

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TELHAS E
BLOCOS CERÂMICOS VISANDO A CERTIFICAÇÃO DO PRODUTO**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL

FREDERICO ASSIS BASTOS

Florianópolis, fevereiro de 2003

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TELHAS E BLOCOS CERÂMICOS VISANDO A CERTIFICAÇÃO DO PRODUTO

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de

MESTRE EM ENGENHARIA

Especialidade ENGENHARIA CIVIL e aprovada em sua forma final pelo programa de pós-graduação em Engenharia Civil

Prof. Dr. Orestes Estevam Alarcon (Orientador)

Prof. Dr. Jucilei Cordini (Coordenador do curso)

Comissão Examinadora

Prof. Humberto Ramos Roman, PhD. (UFSC)

Prof. Dr. Ing. Philippe Jean Paul Gleize (UFSC)

Prof. Dr. José Octávio Armani Paschoal (IPEN)

Aos meus pais, Cidinha e Carai

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, Humberto Ramos Roman e Orestes Estevam Alarcon, pela oportunidade concedida.

Aos funcionários e estagiários do Laboratório de Materiais de Construção Civil, que com muita aplicação foram essenciais ao desenvolvimento do trabalho.

Ao pessoal do GDA: Leslie, Jenner, Tatiana, Débora, Andréa, Odilar, Tuco, Avancini, Cledison, Tina, Eunice, Marcelo, Adauto, Georg's e Juliana, pela compreensão, apoio e companheirismo demonstrados durante os dois anos de convívio.

Aos companheiros nas viagens pelo interior do estado: Ricardo, Cláudia e Júnior.

Às empresas participantes do programa SEBRAE-UFSC de capacitação tecnológica para a certificação, que permitiram que o estudo de campo fosse realizado.

Aos funcionários da Associação Brasileira de Cerâmica e das bibliotecas da UFSC, POLI-USP e do IPT, que com muita paciência, auxiliaram na busca bibliográfica.

Ao CNPQ, pelo apoio financeiro.

Aos meus pais, pelo apoio e incentivo em todos os momentos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	IX
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 HISTÓRICO	1
1.2 JUSTIFICATIVA.....	3
1.3 OBJETIVOS GERAIS	4
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO PROPOSTO	5
1.6 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	6
CAPÍTULO 2 – CERÂMICA VERMELHA	8
2.1 PROCESSO PRODUTIVO	8
2.1.1 MATÉRIAS-PRIMAS	8
2.1.2 EXTRAÇÃO DAS ARGILAS.....	9
2.1.3 ESTOCAGEM.....	10
2.1.4 PREPARAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA E DA MASSA.....	10
2.1.5 CONFORMAÇÃO DAS PEÇAS	12
2.1.6 SECAGEM.....	13
2.1.7 QUEIMA.....	15
2.1.8 EXPEDIÇÃO E TRANSPORTE.....	17
2.1.9 VARIAÇÕES NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO	18
2.2 PANORAMA DO SETOR PRODUTIVO NO BRASIL.....	21
2.2.1 SANTA CATARINA.....	21
2.2.2 RIO GRANDE DO SUL	22
2.2.3 PARANÁ	24
2.2.4 SÃO PAULO	25
2.2.5 MATO GROSSO DO SUL	25
2.2.6 OUTROS ESTADOS	26
2.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO	29
2.3.1 DIMENSÕES E CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	29
2.3.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	31
2.3.3 RESISTÊNCIA À FLEXÃO	33
2.3.4 ABSORÇÃO D'ÁGUA E TAXA DE SUCÇÃO INICIAL EM BLOCOS CERÂMICOS	33

2.3.5	ABSORÇÃO D'ÁGUA E PERMEABILIDADE DE TELHAS CERÂMICAS.....	34
2.3.6	PESO E MASSA ESPECÍFICA	35
2.3.7	EFLORESCÊNCIAS.....	37
2.3.8	COMPARAÇÃO ENTRE AS NORMAS BRASILEIRAS E ESTRANGEIRAS DE TELHAS CERÂMICAS.....	38
2.3.9	COMPARAÇÃO ENTRE AS NORMAS BRASILEIRAS E ESTRANGEIRAS DE BLOCOS CERÂMICOS	40
CAPÍTULO 3 - SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE		42
3.1	CONCEITOS BÁSICOS DE GERENCIAMENTO DE PROCESSOS E CICLO PDCA.....	43
3.2	PRINCÍPIOS DA QUALIDADE	46
3.3	SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE ISO SÉRIE 9000	49
3.4	REQUISITOS DE DOCUMENTAÇÃO	54
CAPÍTULO 4 - PROGRAMA DESENVOLVIDO		58
4.1	METODOLOGIA	58
4.2	AVALIAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO.....	60
4.3	AVALIAÇÃO DO PRODUTO ACABADO	62
4.3.1	ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS BLOCOS	62
4.3.2	ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DAS TELHAS.....	63
CAPÍTULO 5 – AVALIAÇÃO INICIAL DAS EMPRESAS		67
5.1	RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE	67
5.2	RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO PRODUTO ACABADO.....	71
5.2.1	AVALIAÇÃO DAS TELHAS.....	71
5.2.2	AVALIAÇÃO DOS BLOCOS	72
5.2.3	AVALIAÇÃO POR TIPO DE BLOCO	77
5.3	RELATÓRIOS TÉCNICOS	83
CAPÍTULO 6 – AVALIAÇÃO FINAL DAS EMPRESAS.....		90
CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS		99
7.1	CONCLUSÕES.....	99
7.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		102
ANEXO 1 – CHECK-LIST DE AUDITORIA DE TELHAS CERÂMICAS		ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
ANEXO 2 – CHECK-LIST DE AUDITORIA DE BLOCOS CERÂMICOS.....		ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

ANEXO 3 – RESULTADOS DOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO	108
--------------------------------------------------------------	------------

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – FORMAS DE ARMAZENAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA	11
FIGURA 2 – DETALHES DA EXTRUSÃO E CORTE DE BLOCOS	13
FIGURA 3 – VISTA DA SAÍDA DE UM FORNO TÚNEL.....	15
FIGURA 4 – RETIRADA DO MATERIAL QUEIMADO DE UM FORNO INTERMITENTE	15
FIGURA 5 – DETALHE DOS QUEIMADORES DE UM FORNO TÚNEL MOVIDO A PÓ DE SERRAGEM	17
FIGURA 6 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BLOCOS E TELHAS CERÂMICAS.....	19
FIGURA 7 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BLOCOS E TELHAS CERÂMICAS (ABC, 2002)	20
FIGURA 8 – RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE BLOCOS COM DIFERENTES GEOMETRIAS (CAVALHEIRO, 1991)	32
FIGURA 9 – CICLO PDCA (CAMPOS APUD WERKEMA, 1995)	45
FIGURA 10 – MODELO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE BASEADO EM PROCESSO (NBR ISO 9001, 2000)	46
FIGURA 11 – FORMA DE MEDIÇÃO DO DESVIO EM RELAÇÃO AO ESQUADRO E PLANEZA DAS FACES (NBR 7171, 1992)	62
FIGURA 12 – PREPARAÇÃO DAS TELHAS PARA REALIZAÇÃO DO ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO	64
FIGURA 13 – REALIZAÇÃO DO ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO.....	64
FIGURA 14 – UNIDADE ROMPIDA EM ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO.....	65
FIGURA 15 – DISTRIBUIÇÃO DOS PESOS DAS CATEGORIAS	68

FIGURA 16 – DESEMPENHO MÉDIO DAS EMPRESAS POR CATEGORIA (SEM CONSIDERAÇÃO DE PESOS).....	70
FIGURA 17 – DESEMPENHO MÉDIO DAS EMPRESAS POR CATEGORIA (CONSIDERANDO PESOS).....	70
FIGURA 18 – GRÁFICO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS BLOCOS	76
FIGURA 19 – GRÁFICO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DOS BLOCOS	76
FIGURA 20 – FORMA DE RUPTURA DOS BLOCOS PARA ALVENARIA REVESTIDA.....	78
FIGURA 21 – DESIGN DOS BLOCOS	78
FIGURA 22 – GRÁFICO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS BLOCOS COMUNS.....	81
FIGURA 23 – GRÁFICO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS BLOCOS APARENTES.....	81
FIGURA 24 – GRÁFICO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DOS BLOCOS COMUNS	82
FIGURA 25 – GRÁFICO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DOS BLOCOS APARENTES.....	82
FIGURA 26 – GRÁFICO MOSTRANDO A EVOLUÇÃO DAS EMPRESAS NA PONTUAÇÃO DOS CHECK-LISTS	92

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ESTIMATIVAS DA PRODUÇÃO BRASILEIRA DE TELHAS E BLOCOS CERÂMICOS (ABC, 2002)	28
TABELA 2 – DIMENSÕES NOMINAIS DE BLOCOS CERÂMICOS COMUNS E ESPECIAIS (NBR 7171, 1992)	30
TABELA 3 – CLASSES DE RESISTÊNCIA DE BLOCOS CERÂMICOS.....	31
TABELA 4 – MASSA MÁXIMA DA TELHA SECA.....	35
TABELA 5 – COMPARAÇÃO ENTRE OS REQUISITOS DAS NORMAS BRASILEIRAS E ESTRANGEIRAS DE TELHAS CERÂMICAS (CGI CLAY ROOF TILES, 2002).....	38
TABELA 6 – COMPARAÇÃO ENTRE OS REQUISITOS DAS NORMAS BRASILEIRAS E ESTRANGEIRAS DE BLOCOS CERÂMICOS	40
TABELA 7 - SÉRIE DE NORMAS ISO 9000:2000 (MARANHÃO, 2001)	42
TABELA 8 - REGISTROS REQUERIDOS PELA NORMA NBR ISO 9001:2000 (ISO,2001)	57
TABELA 9 – RELAÇÃO DO NÚMERO DE EMPRESAS E REGIÕES ESTUDADAS	58
TABELA 10 – PONTUAÇÃO ALCANÇADA PELAS EMPRESAS NO INÍCIO DO PROGRAMA	69
TABELA 11 - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DAS TELHAS.....	71
TABELA 12 - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS BLOCOS (PARTE1).....	74
TABELA 13 - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS BLOCOS (PARTE 2).....	75
TABELA 14 - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS BLOCOS COMUNS	79
TABELA 15 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS BLOCOS PARA ALV. APARENTE	80
TABELA 16 – PONTUAÇÃO DAS EMPRESAS NA AVALIAÇÃO FINAL (%)	92
TABELA 17 – EVOLUÇÃO DA EMPRESA A2	94
TABELA 18 – EVOLUÇÃO DA EMPRESA A5	95
TABELA 19 – EVOLUÇÃO DA EMPRESA B1	96

TABELA 20 – EVOLUÇÃO DA EMPRESA B5	97
-------------------------------------------------	-----------

RESUMO

O presente trabalho avalia o processo produtivo de 26 empresas fabricantes de telhas e blocos cerâmicos localizadas no Estado de Santa Catarina. Foram realizados diagnósticos, nos quais foram avaliadas a qualidade dos produtos e a forma através da qual as empresas controlam o processo de fabricação, por meio, respectivamente, da análise das amostras coletadas na saída dos fornos e do preenchimento de listas de verificação. A partir dos resultados, as empresas foram orientadas visando adequar o processo produtivo aos requisitos necessários para a certificação do produto. Decorridos dezoito meses, realizou-se uma nova avaliação das empresas que avançaram na implementação do sistema de gestão da qualidade. Na avaliação inicial nenhuma empresa atingiu a pontuação mínima requerida (60%) na lista de verificação e 20,4% das amostras dos produtos ensaiados não estavam conforme a normalização. A avaliação final apresentou um aumento de 44,1% na pontuação das empresas, sendo que 2 empresas atingiram a pontuação mínima. Através de questionários os ceramistas avaliaram que a implementação de um sistema de gestão da qualidade traz uma série de benefícios, como o aumento de produtividade, adequação dos produtos à norma e redução dos índices de desperdício.

ABSTRACT

This work evaluates the productive process of 26 manufacturers of ceramic roofing tiles and blocks in Santa Catarina State. A diagnosis has been carried out, in which the product quality and the way the companies control the manufacture process have been evaluated, through, respectively, the analysis of samples collected in the companies and the fulfilling of check-lists. According to the results, the companies have been guided to adjust the productive process to the necessary requirements for certification. After eighteen months, the companies that have advanced in the implementation of the management quality system have been evaluated again. In the initial evaluation the companies had not reached the required minimum punctuation (60%) in the check-list and 20.4% of the samples products were not-in-agreement to the normalization. The final evaluation presented an increase of 44.1% in the companies punctuation, and 2 companies had reached the minimum punctuation. Through questionnaires the ceramists had evaluated that the implementation of a management quality system provide a series of benefits, as the increase of productivity, adequacy of the products to the norm and reduction of the waste products.

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 HISTÓRICO

A telha cerâmica surgiu independentemente em duas partes do mundo: na China, por volta de 10.000 A.C. e no oriente médio pouco tempo depois. Sua utilização espalhou-se pela Europa e Ásia, persistindo até os dias atuais, sendo também levada à América através dos colonizadores europeus, onde foi largamente utilizada desde o século XVII (GRIMMER; WILLIANS, 2002).

Na mesma época os tijolos de barro eram utilizados pelas civilizações assíria e persa. Esses povos desenvolveram tijolos secos ao sol, os adobes, e por volta de 3.000 A.C. surgiram os primeiros tijolos queimados em fornos (GOMES, 1983).

Nos Estados Unidos colonizadores holandeses foram os primeiros a importar telhas cerâmicas da Holanda para a costa leste. Por volta de 1650 já existiam fábricas com produção em escala e em 1774 jornais de Nova York publicavam anúncios de telhas naturais e vitrificadas que eram garantidas para qualquer tipo de clima. Na costa oeste as telhas eram inicialmente produzidas em 1780 pelos índios, utilizando moldes de madeira, sob o comando dos missionários espanhóis (GRIMMER; WILLIANS, 2002).

No Brasil, o uso de telhas cerâmicas e tijolos maciços ocorre desde o descobrimento. Inicialmente as telhas eram conformadas manualmente com mão-de-obra escrava, onde estas as moldavam nas suas pernas. Tal registro pode ser constatado através de antigas peças que apresentam a forma da estrutura óssea humana (ANICER, 2000).

Apesar de antigo, o processo de fabricação sofreu poucas transformações ao longo dos anos, sendo que a tecnologia utilizada atualmente na produção de telhas e blocos cerâmicos foi desenvolvida nas décadas de 1950 e 1960 e pouco se tem feito com o

objetivo de modernizar e melhorar a produtividade das empresas de cerâmica estrutural¹.

Na década de 1990 iniciaram os programas de certificação das empresas, produtos e serviços no setor da construção civil. A baixa qualidade dos conjuntos habitacionais construídos nas décadas de 70 e 80 fez surgir, em 1996, O QUALIHAB - Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo - que foi instituído para garantir qualidade e durabilidade na habitação popular, até então incompatíveis com os financiamentos concedidos pelos órgãos governamentais (CDHU, 2002).

Este modelo desenvolvido inicialmente em São Paulo foi ampliado ao resto do país, sendo adotado por outros Estados, com algumas adaptações em função de características regionais, através do PBQP-H, Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat.

O PBQP-H tem como meta apoiar o esforço brasileiro de modernidade pela promoção da qualidade e produtividade do setor da construção habitacional. O programa prevê o aumento da competitividade de bens e serviços por ele produzidos, estimulando projetos que melhorem a qualidade do setor. O início do programa deu-se em dezembro de 1998 e ficou conhecido como Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional (PBQP-H) sendo que no ano de 2000 passou a ser chamado de Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H, 2002).

Através deste programa, a Caixa Econômica Federal, pretende exigir, nos financiamentos habitacionais, certificação da qualidade das empresas construtoras, dos fornecedores de serviços e dos produtores de insumos.

O processo iniciou através da qualificação das construtoras e, por conseguinte, foi definida uma lista com os principais produtos que devem ser qualificados ou

¹ Cerâmica vermelha ou estrutural são peças cerâmicas onde o principal componente é a argila que é queimada entre 900°C e 1200°C, apresentando em sua maioria coloração avermelhada após a queima. Os principais produtos fabricados por esse setor são blocos de vedação ou estruturais, tijolos, telhas, tubos, tabelas para laje, elementos vazados, agregado leve (argila expandida) e lajotas para piso.

certificados, da qual as telhas e blocos cerâmicos fazem parte. Com isso, as construtoras certificadas são obrigadas a usar somente produtos com selo de conformidade, ou devem fazer o controle tecnológico destes materiais. Por sua vez, o autoconstrutor que quiser obter financiamento da CEF ou de um banco privado também terá que adquirir produtos com selo de certificação do PBQP-H.

Para o setor de cerâmica vermelha, mais especificamente para o caso de telhas e blocos cerâmicos, foram definidas regras específicas para a certificação do produto baseadas no qualihab, com a participação da UFSC, CCB² e representantes dos fabricantes.

No decorrer do trabalho, serão mostrados os requisitos necessários para a certificação do produto cerâmico e discutidas as formas de implementação do Sistema de Gestão da Qualidade numa empresa fabricante de blocos e/ou telhas cerâmicas.

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Franco (1988), os materiais cerâmicos são tradicionalmente empregados em larga escala na construção civil. Este amplo emprego dos materiais cerâmicos justifica-se pelas qualidades intrínsecas destes materiais, tais como resistência e durabilidade, bem como pela tradição e flexibilidade nos processos de fabricação.

Conforme estimativas feitas pela ABC (2002), o setor de cerâmica vermelha apresenta os seguintes dados sócio-econômicos:

Nº de unidades produtoras: 7000 empresas

Nº de peças produzidas/ano: 30,5 bilhões

Quantidade Produzida (em massa): 65 milhões de toneladas./ano

Matéria-prima processada: 82,5 milhões de toneladas./ano

Produção média por empresa: 365.000 peças/mês

² CCB: Centro Cerâmico do Brasil, organismo certificador credenciado pelo INMETRO para certificar produtos de cerâmica vermelha e de revestimento.

Empregos diretos: 220.000

Produtividade: 12.000 peças/operário ao mês

Faturamento anual: 4,2 bilhões de reais

O estado de Santa Catarina destaca-se como um dos principais produtores de cerâmica vermelha, com aproximadamente 1000 empresas no setor, conforme o Anuário Brasileiro de Cerâmica (ABC, 2002).

A competição entre empresas aumenta e os consumidores, com mais opções, tornam-se cada vez mais exigentes com a qualidade do produto. Neste intenso movimento, crescem as atenções quanto à qualidade (que num conceito moderno encontra-se sempre associada à produtividade), apontada como fator decisivo da competitividade (PICCHI, 1993).

Com isso, as empresas fornecedoras de materiais para construção necessitam acompanhar esta evolução, produzindo unidades que cumpram as normas e especificações do produto, visando sempre a satisfação do cliente.

Para completar o quadro, nos últimos anos tem se observado novos produtos nas construções, como blocos para laje de isopor, paredes de gesso acartonado, telhas de concreto ou polipropileno, entre outros. Estes materiais absorvem um mercado que antes era de total fornecimento da indústria cerâmica. Diante disso, o setor de cerâmica vermelha deve investir na qualificação de seus produtos, adequando seus processos aos novos rumos da qualidade.

1.3 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a implementação do Sistema de Gestão da Qualidade nas empresas de cerâmica vermelha do estado de Santa Catarina, mostrando os principais requisitos

necessários para a certificação do produto e os resultados proporcionados por esse processo.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o processo de fabricação das empresas produtoras de cerâmica vermelha visando a certificação do produto.

Verificar se os produtos fabricados estão conforme as especificações da norma.

Avaliar a evolução das empresas durante a fase de implementação do sistema de gestão da qualidade.

1.5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO PROPOSTO

O estudo avalia apenas as empresas participantes do programa de capacitação para certificação das empresas de cerâmica vermelha do estado de Santa Catarina, num total de 26 empresas, representando portanto, uma pequena porcentagem sobre o total de empresas atuantes no mercado catarinense.

Os ensaios de produto acabado avaliaram somente as propriedades que são relevantes para a certificação, com isso, algumas características de desempenho importantes, como a taxa de sucção inicial (IRA) e a resistência a eflorescências, não foram contemplados nos ensaios realizados.

O estudo analisa o comportamento e o desempenho do material bloco, verificando sua adequação às normas, mas não verifica o desempenho de outros materiais que fazem parte do subsistema alvenaria, tais como a argamassa de assentamento, o graute, a estrutura e os revestimentos.

Também não são testados e analisados outros componentes do subsistema cobertura, tais como a estrutura de sustentação, que normalmente é feita em madeira ou aço e a forma de fixação das telhas.

1.6 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Procurando alcançar os objetivos aqui propostos, o trabalho está estruturado em 7 capítulos.

O capítulo 2 faz uma revisão da bibliografia sobre o produto cerâmica vermelha, analisando os processos de fabricação, as características do setor e os requisitos que o fabricante deve atender para fornecer um material adequado ao mercado da construção civil.

No capítulo 3 são apresentados os principais conceitos de qualidade e gerenciamento de processos que devem ser aplicados na empresa cerâmica para a implementação de um sistema de gestão da qualidade (SGQ³).

O capítulo 4 descreve a metodologia utilizada para analisar o processo produtivo e a qualidade do produto acabado.

O capítulo 5 apresenta os dados obtidos na avaliação inicial das empresas. É realizada a análise sobre os resultados obtidos e são apresentadas ações de melhorias que as empresas devem implementar para melhorar o controle sobre o processo de fabricação e qualidade do produto final.

No capítulo 6 é feita uma nova avaliação, desta vez apenas entre as empresas que mostraram uma evolução significativa na implementação do SGQ. Entre essas empresas são avaliados os resultados obtidos e apresentadas as vantagens e desvantagens obtidas com o desenvolvimento do programa.

Finalmente, no capítulo 7 são apresentadas as principais conclusões obtidas com o decorrer do trabalho e recomendações para futuros estudos sobre qualidade e certificação de telhas e blocos cerâmicos.

³ Ao longo do texto o Sistema de Gestão da Qualidade será referenciado por suas iniciais maiúsculas, SGQ.

CAPÍTULO 2 – CERÂMICA VERMELHA

2.1 PROCESSO PRODUTIVO

2.1.1 MATÉRIAS-PRIMAS

A principal matéria prima para a produção de blocos e telhas é a argila. As indústrias de cerâmica vermelha empregam duas ou mais argilas para a obtenção de uma massa com as características desejadas.

Santos (1989) define argila como um material natural, terroso, de granulometria fina, que geralmente adquire, quando umedecido em água, certa plasticidade.

Segundo a ABC (2002), as argilas ideais para fabricação de cerâmica vermelha devem, de modo geral, ser de fácil desagregação e permitir moldagem adequada; apresentar granulometria fina e distribuição granulométrica conveniente (para garantir o controle das dimensões finais do produto); possuir teor de matéria orgânica que possa conferir, juntamente com a granulometria, boa plasticidade e resistência mecânica suficiente para evitar deformações e permitir o manuseio das peças cruas; apresentar baixo (ou nenhum) teor de carbonatos, sulfatos e sulfetos. Sua composição mineralógica é uma mistura de caulinita com illita, caulinita com montmorilonita ou esses minerais em camadas mistas, além de um teor considerável de ferro (SANTOS, 1989).

Dependendo da região do país, as argilas recebem determinadas designações. As mais utilizadas nas regiões sul e sudeste são (ABC, 2002):

- Argila de várzea – Pode ser encontrada às margens de rios ou banhados. Apresenta textura terrosa, esfarelada e em torrões, granulometria fina e quando úmida elevada plasticidade, sendo empregada por isso como ligante e/ou plastificante da massa. A coloração varia do cinza ao preto e, após queima, do rosa ao vermelho. Apresenta com maior frequência impurezas como quartzo, mica e matéria orgânica, esta última quando em teores elevados, é responsável por perdas e contração do produto durante a queima.

- Argila de morro – Encontrada longe de banhados e rios, apresenta textura terrosa, granular ou em blocos, desagregando-se geralmente em pequenos fragmentos. Possui baixa plasticidade e cor variável entre vermelha e amarelada após queima, contendo quartzo e às vezes feldspato como impurezas, além de baixo teor de matéria orgânica. Nessas argilas é muito comum a presença de seixos e cascalhos, além da presença eventual de carbonatos.
- Argila tipo taguá – Pode ser encontrada em camadas bastante profundas sob rios ou encostas de morros. Caracteriza-se por camadas delgadas e muito duras de materiais argilosos de cores variadas, com predominância do vermelho e cinza. Sua extração exige máquinas potentes e às vezes detonações por dinamites, devendo o material ser seco e moído antes de entrar na linha de processamento.

2.1.2 EXTRAÇÃO DAS ARGILAS

Cada produto cerâmico requer um tipo próprio de matéria-prima, portanto, antes de qualquer coisa se deve proceder à escolha da jazida. O teor de argila, a composição granulométrica, a profundidade da barreira, a umidade e outros fatores influem no resultado do produto final.

Com isso, é importante que sejam realizados ensaios de granulometria e análise química, com o objetivo de verificar a adequação da matéria-prima ao produto que se pretende obter, porém, atualmente são poucas as empresas que realizam estes ensaios e geralmente a escolha é feita através da experiência do oleiro.

No Brasil a extração é realizada a céu aberto e geralmente as empresas possuem suas próprias jazidas. Em algumas regiões são formadas cooperativas entre as empresas para realizar a extração, o que geralmente traz uma diminuição no custo da matéria-prima.

A extração é feita através de retroescavadeiras e escavadeiras e o transporte da jazida para a fábrica é realizado através de caminhões basculantes. O plano de extração normalmente prevê a remoção de estéreis, isto é, a vegetação, o solo arável e outros

materiais maléficos ao processo, além disso a argila é separada em montes em função das diferentes camadas encontradas no solo.

2.1.3 ESTOCAGEM

As argilas devem ser estocadas por um longo período a céu aberto, obtendo-se com isso características adequadas ao seu processamento. Essa prática, chamada sazonalidade, é muito comum desde a antiguidade, pois os processos de intemperismo provocam o alívio de tensões dos blocos de argila, melhoram sua plasticidade e homogeneízam a umidade, entre outros fatores (ABC, 2002, p. 43).

Os diferentes tipos de argila são separados em montes, em função de suas características, como por exemplo, a plasticidade. É recomendável que a argila, após o sazonalidade, seja transportada para um pátio coberto ou seja recoberta com lona, evitando assim o excesso de umidade ou o ressecamento. O material então é transportado para dar entrada no processo.

2.1.4 PREPARAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA E DA MASSA

O objetivo da preparação da argila e da massa é obter, sempre, uma mistura homogênea, com características constantes e umidade adequada para o determinado método de conformação utilizado (GOODSON, 1962). Quanto maior a qualidade do bloco ou telha requerido, maior deve ser o controle sobre os vários estágios de preparação e somente através de um controle contínuo que a qualidade pode ser assegurada e mantida.

A dosagem das matérias primas, em geral, precede sua preparação, uma vez que a preparação da massa se inicia com a formação dos lotes a céu aberto no pátio da indústria (figura 1). A dosagem pode ser feita através da medida de conchadas da retroescavadeira ou através de caixões alimentadores, controlando a abertura dos

mesmos. Estes dois métodos consistem em dosagem por volume, sendo o segundo um pouco mais eficiente. Outro método mais preciso é fazer a dosagem por massa através de caixões alimentadores com controle de peso⁴.

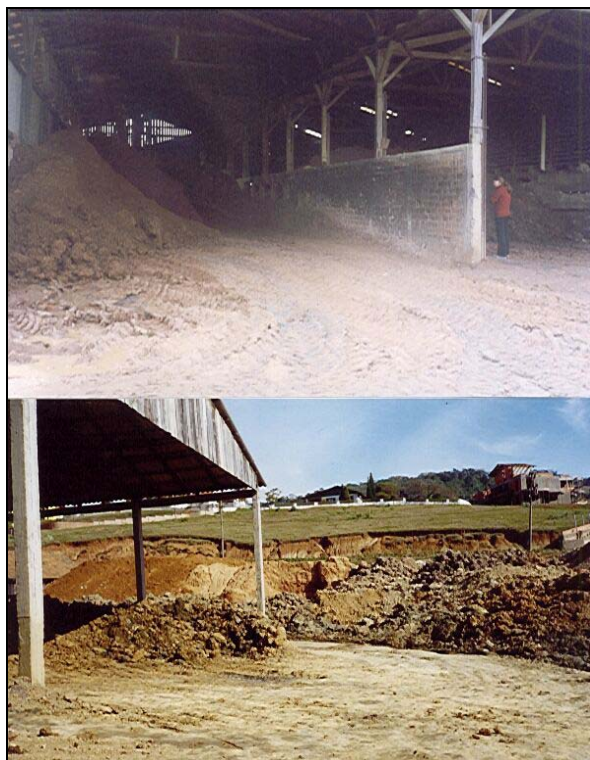


FIGURA 1 – Formas de armazenamento da matéria-prima

A mistura dosada é conduzida aos desintegradores, onde os grandes blocos de argila são desintegrados e as pedras, quando existentes, separadas por centrifugação (ABC, 2002). O material desagregado é então transportado para o misturador, onde inicia o processo de homogeneização e, em seguida, a mistura é transferida para o laminador, que tem por objetivo diminuir a granulometria da massa, completar a homogeneização e cortar a massa em lâminas.

É importante salientar que alguns tipos de matéria-prima, como os taguás encontrados no interior dos estados de São Paulo e Santa Catarina, necessitam ser britados e moídos, devido ao seu elevado estado de agregação. Esta etapa consiste na desagregação do material através de britadores de mandíbulas e moinhos de martelos,

⁴ Este equipamento ainda não é encontrado com frequência nas empresas brasileiras, devido ao seu custo elevado, mas empresas com maior potencial de investimento estão obtendo bons resultados com sua utilização.

passando a seguir por uma grelha. Então o material é umedecido adequadamente e segue para o misturador, onde se mistura a outros tipos de matéria-prima.

Algumas empresas, com o objetivo de melhorar a homogeneização, realizam algumas destas etapas mais de uma vez. Por exemplo, laminando-se duas vezes, a mistura adquire características mais uniformes, tornando mais eficientes as fases seguintes do processo e melhorando o produto final.

2.1.5 CONFORMAÇÃO DAS PEÇAS

Nesta etapa a argila toma a forma requerida, através da extrusão, corte e prensagem, este último realizado somente para telhas.

A extrusão consiste em forçar a massa passar, sob pressão, através de um bocal apropriado. Na saída da extrusora está localizada a mesa de corte, que é formada por de arames presos a um esquadro de metal (ver figura 2).

Na fabricação de telhas, são extrudados bastões ou placas, que a seguir são prensados em moldes com o formato apropriado, dependendo to tipo de telha desejado. Alguns tipos de telha produzidos na região nordeste do país são produzidas diretamente por extrusão.



FIGURA 2 – Detalhes da extrusão e corte de blocos

2.1.6 SECAGEM

Secagem é a remoção de líquido do material por meio de transporte através dos poros e evaporação para o meio ambiente. O ar do ambiente, que não é saturado, tende a absorver a umidade das peças até ocorrer o equilíbrio.

O processo de secagem é uma operação importante na fabricação dos produtos cerâmicos. Enquanto os ditames da economia requerem a secagem mais rápida possível, uma programação de secagem demasiadamente rápida causa retração diferencial, causando a formação de trincas (NORTON, 1973).

Existem basicamente dois tipos de secagem; a natural, onde as peças são deixadas ao ar livre ou em pátios cobertos; e a artificial, em que as peças são colocadas dentro de secadores, onde recebem ventilação forçada e ar quente para auxiliar a extração da umidade.

A secagem natural é dependente das condições atmosféricas e, portanto, tem um tempo de ciclo muito variável, dificultando assim, os controles durante o processo de produção. As empresas que estão implementando um Sistema de Gestão da Qualidade estão procurando utilizar secadores artificiais.

No Brasil são utilizados três tipos de secadores artificiais, secadores estáticos, contínuos e semicontínuos. A seguir observamos as principais características dos secadores em questão, citado por Tapia et al. (2000):

Secador estático:

- Geralmente são de pequeno porte e os produtos a secar ficam imóveis;
- Temperatura e fluxo do ar em variação podem ser alterados;
- Normalmente utilizados por fabricantes de telhas, peças especiais e de grande porte;
- Indicado para produtos com espessuras irregulares;
- Início da secagem exige cuidados especiais, velocidade de aquecimento é muito alta.

Secador contínuo:

- Requer cuidados no início da secagem, como no estático a velocidade de aquecimento é muito alta;
- Geralmente trabalham com ventiladores móveis;
- Possuem baixo custo operacional, utilizando-se de ar quente dos fornos;

Secador semicontínuo:

- Produtos a secar são móveis;
- Fluxo de ar em variação é constante;
- Indicado para operação conjugada com fornos contínuos.

Independente do tipo, o aquecimento dos secadores pode ser feito através de fornalhas ou aproveitando a sobra de calor dos fornos (figura 3). Esta última opção resulta na maior eficiência no processo, gerando assim redução nos custos.

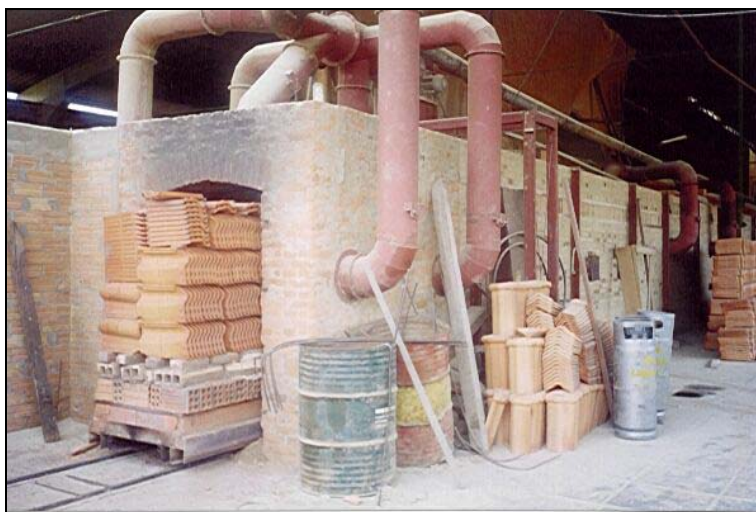


FIGURA 3 – Vista da saída de um forno túnel

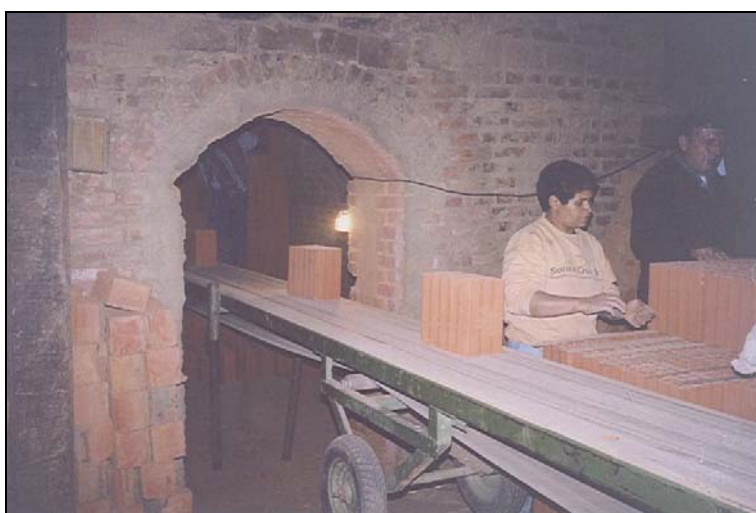


FIGURA 4 – Retirada do material queimado de um forno intermitente

2.1.7 QUEIMA

De todos os estágios no processo de produção de peças cerâmicas, a queima é mais importante (NORTON, 1973). Nesta fase o produto cerâmico sofre as reações e transformações químicas e físicas necessárias para conceder ao produto as propriedades requeridas.

A queima do produto é realizada em fornos, que existem em vários modelos e são classificados em 3 tipos, com as seguintes características:

Forno intermitente (figura 4): é o tipo mais antigo de forno, no qual o processo de queima consiste em carregar o forno, queimar até a temperatura de maturação ou estabilização, resfriar e, então, retirar as peças. Na cerâmica vermelha este ciclo dura de 20 a 60 horas. Os fornos dos tipos abóboda, garrafão e paulistinha se enquadram nesta classificação e são os mais utilizados em empresas de pequeno e médio porte.

Alguns possuem os queimadores localizados abaixo das peças e o fluxo do calor se dá de baixo para cima, estes são chamados de fornos com chama direta. Neste caso observa-se que a distribuição de temperatura não é uniforme, uma vez que a temperatura na soleira do forno é maior que no topo. Com o objetivo de corrigir esta falha existem os fornos com chama invertida, no qual os gases quentes perfazem um fluxo descendente sendo coletados por canaletas subterrâneas que seguem para a chaminé ou para os secadores.

Forno contínuo de câmara ou semicontínuo: Conhecido como forno de Hoffman, foi desenvolvido na Europa, em meados do século XIX, resultando numa grande economia de combustível. São constituídos de uma série de câmaras ligadas lateralmente e aquecidas uma após outra. Isso permite que os gases de combustão da câmara que está queimando seja direcionado à adjacente, que será a próxima a ser queimada, e assim pré-aquecer a carga seguinte até quase a temperatura máxima de queima (NORTON, 1973). Assim, a queima do combustível se movimenta de câmara a câmara, de forma regular. A queima é feita de uma forma simples, despejando o combustível (carvão, serragem ou lenha) através de orifícios localizados no topo da câmara que deve atingir a temperatura máxima. Há muitas variações nos projetos desses fornos, mas o princípio é sempre o mesmo.

Forno contínuo tipo túnel (figura 5): como o próprio nome indica, consiste num longo túnel construído com material refratário, com uma fonte de calor na região central e uma série de carros carregando as peças e movimentando-se ao longo do forno. É subdividido em 3 zonas; a de pré-aquecimento, onde a temperatura atinge até 600 °C; a de queima, onde estão os queimadores e é atingida a máxima temperatura, que é mantida por algum tempo; e por fim a zona de resfriamento, onde as peças são resfriadas lentamente pelo ar que entra no forno. O fluxo de ar quente se dá na direção contrária ao movimento dos carros.

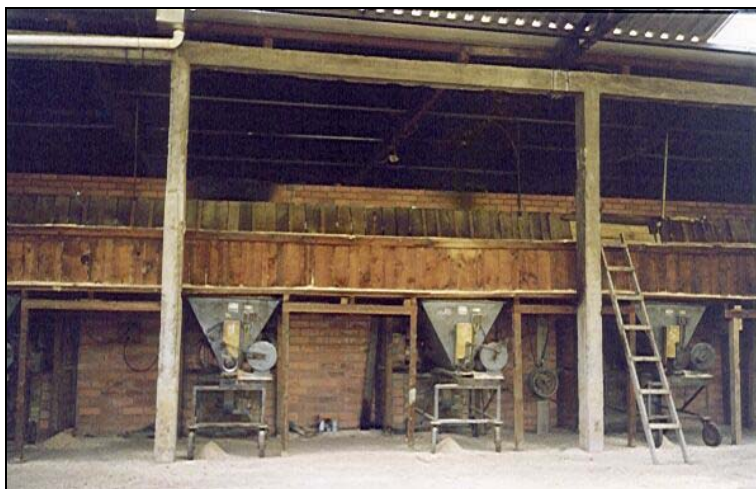


FIGURA 5 – Detalhe dos queimadores de um forno túnel movido a pó de serragem

2.1.8 EXPEDIÇÃO E TRANSPORTE

Algumas empresas do setor dão pouca importância para este setor da fábrica, alegando que a manutenção da integridade das peças não é de sua responsabilidade no transporte da fábrica para o local de utilização. Isso faz com que muitas vezes o produto chegue ao consumidor final com muitas quebras, com as arestas lascadas ou trincados, dificultando sua utilização ou perdendo suas características estéticas.

Existem basicamente duas maneiras de enviar o produto; a granel, onde as peças seguem para o cliente soltas no caminhão e seu carregamento e descarregamento é feito manualmente; e através de pallets, onde é embalada uma certa quantidade de unidades, que são colocadas em cima do caminhão através de carrinhos transportadores ou mini-guindastes (muck).

Não há dúvidas que a segunda opção conserva melhor as características do produto, mas muitos fabricantes ainda não adotam este sistema, alegando os seguintes problemas:

- Alto custo da embalagem, onerando o preço do produto;
- Falta de equipamentos e alto custo de implantação;
- Falta de equipamentos adequados na descarga do produto ao cliente, ocorrendo uma despaletização;

- Custo superior ao método convencional.

2.1.9 VARIAÇÕES NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Dependendo do produto e qualidade requerido, da filosofia e do porte da empresa, existem algumas variações no processo produtivo.

Algumas empresas trabalham com matérias-primas mais agregadas, que necessitam ser moídas antes de sua utilização. O nível de mecanização também varia bastante, enquanto poucas empresas possuem empilhadeiras automáticas, a maioria ainda utiliza processos manuais de carga e descarga.

Outro aspecto que diferencia a qualidade do produto é a preparação da massa. Uma preparação mais elaborada, por exemplo laminando-se duas vezes, obtém-se maior homogeneidade e conseqüentemente melhor qualidade e menos perdas.

As figuras 6 e 7 apresentam alguns modelos de fluxogramas do processo de fabricação. Nestes fluxogramas a etapa de prensagem é realizada apenas na fabricação de telhas. Observa-se que no segundo fluxograma, além da necessidade de moagem, em função das características da matéria prima, a preparação da mistura é mais elaborada e, portanto, mais eficiente. Isso traz melhorias à qualidade do produto e diminuição do índice de desperdício.

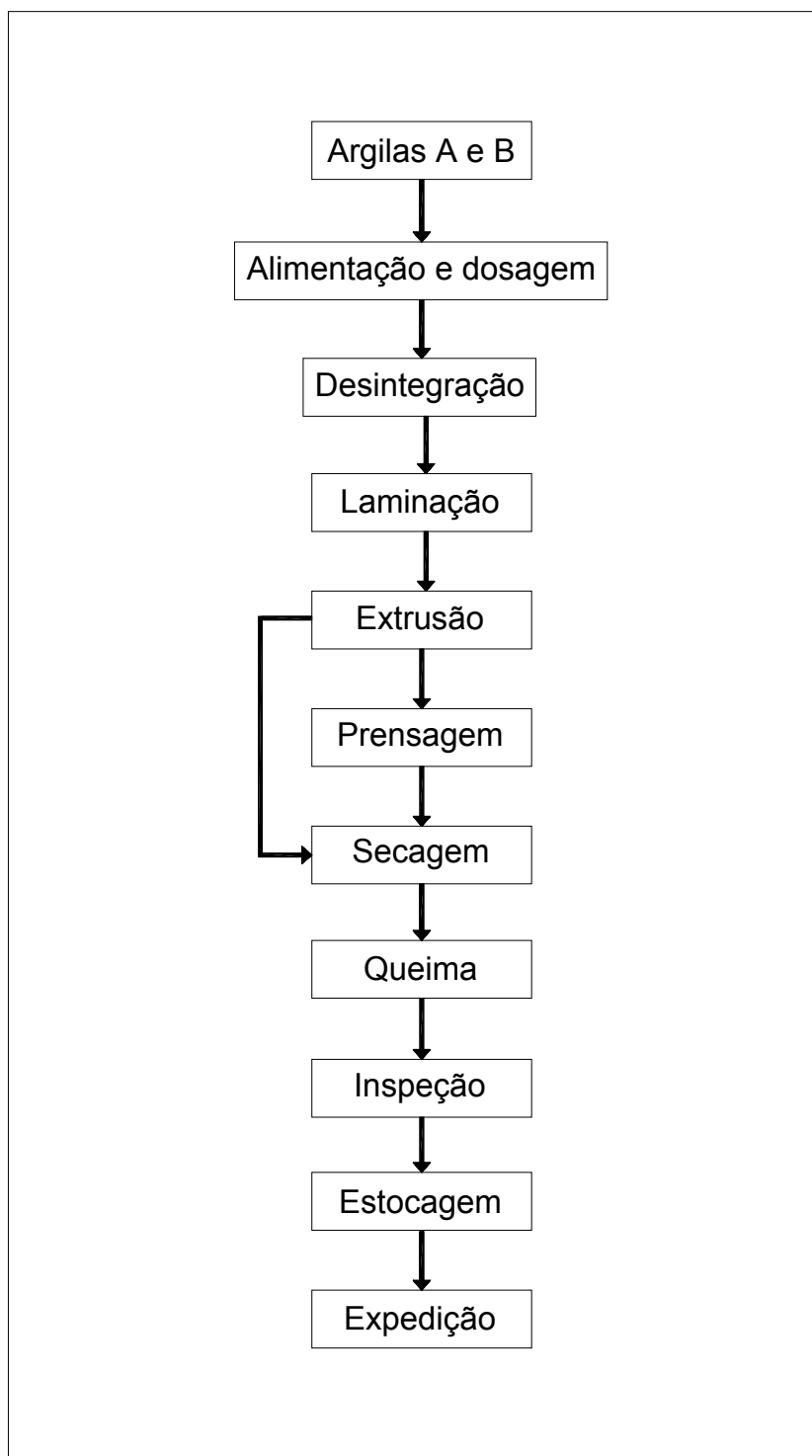


FIGURA 6 – Fluxograma do processo de fabricação de blocos e telhas cerâmicas
(ABC, 2002)

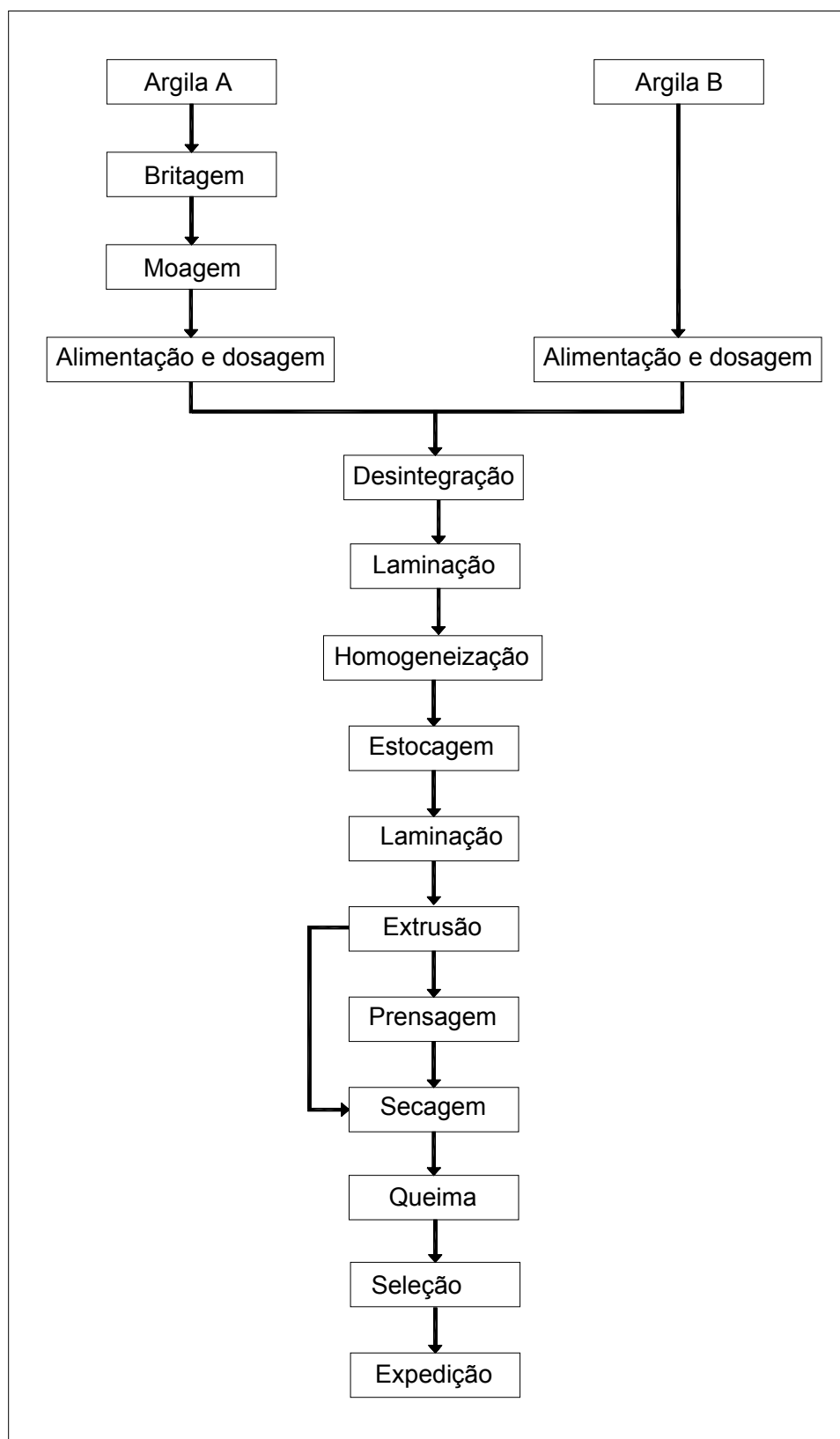


FIGURA 7 – Fluxograma do processo de fabricação de blocos e telhas cerâmicas
(ABC, 2002)

2.2 PANORAMA DO SETOR PRODUTIVO NO BRASIL

O segmento de cerâmica vermelha tem grande importância no setor cerâmico e em toda a cadeia do macro complexo da construção civil. Segundo o anuário brasileiro de cerâmica (ABC, 2002, p. 74), as unidades produtivas são de pequeno e médio porte, utilizando em geral tecnologia desenvolvida a mais de 30 anos. Uma quantidade de empresas relativamente pequena, porém crescente, utiliza em seus processos produtivos tecnologias mais atuais, como sistemas de carga e descarga semi-automáticos e fornos túneis.

Existe uma grande incerteza quanto ao número e perfil das empresas, tipos de produto, qualificação da mão de obra, equipamentos, nível de automação e demais parâmetros do processo produtivo. Os poucos dados existentes são imprecisos e em alguns casos contraditórios. A seguir apresentamos panoramas regionais do setor.

2.2.1 SANTA CATARINA

O diagnóstico do setor de cerâmica vermelha em Santa Catarina, publicado pela SECTME (1991) estimava a existência de 742 empresas no setor. Segundo esta publicação, Santa Catarina possui um parque de cerâmica vermelha que gera cerca de 11.000 empregos diretos e 30.000 empregos indiretos, constituindo-se num setor importante do ponto de vista sócio-econômico, apresentando maior concentração na região norte (51,9%), seguido pela região sul (38,8%) e oeste (9,3%).

Sobre a situação das empresas de Santa Catarina, o diagnóstico coloca:

A mão de obra não apresenta qualificação profissional com formação técnica específica e a estrutura organizacional da maioria das empresas é familiar, ou seja, os conhecimentos e técnicas passam de geração para geração. Em função destes fatores temos empresas com pouco desenvolvimento tecnológico e administrativo, levando o proprietário a assumir as mais diversas funções dentro da empresa, atuando hora como administrador, hora como técnico de produção, hora como vendedor.

Oliveira (1993), em sua dissertação de mestrado, analisa o uso de blocos cerâmicos em Santa Catarina e constata que falta padronização entre os produtos fabricados, gerando grande variedade de tipos e descontinuidade no processo de fabricação.

Neste trabalho observou-se também uma grande variação nos ensaios realizados, que demonstra falta de controle do processo produtivo. Além disso, grande parte dos blocos não possui identificação dos fabricantes.

O estudo conclui que os blocos não apresentam qualidade necessária para atenderem às exigências de racionalização e aumento de produtividade, sendo que o bom volume de vendas e a pouca exigência do consumidor não motiva o fabricante a melhorar a qualidade dos produtos.

2.2.2 RIO GRANDE DO SUL

No Rio Grande do Sul foram feitas análises do setor nos anos de 1991 e 2000.

Langhans (1991) contabilizou 1689 empresas cadastradas, das quais 1442 são micro-empresas e 247 empresas. Foram enviados questionários, sendo que 298 empresas responderam. Neste trabalho foi constatado que a média do número de empregados era de 12 pessoas por empresa, sendo que os empregados eram responsáveis pela produção, ficando as atividades administrativas, financeiras e gerenciais de responsabilidade dos sócios e proprietários.

O autor conclui que o setor demonstra ser conservador em relação aos seus produtos, sistema produtivo e tecnologia utilizada, destacando o fato do setor não se utilizar do sistema de cooperativismo que, segundo o autor, poderia ajudar a resolver alguns problemas relevantes que o atingem, tais como: aquisição de máquinas e equipamentos de extração e mistura de matérias primas; racionalização do uso de energia e busca de alternativas energéticas; qualidade e padronização dos produtos; política de preços e ampliação geográfica de mercado.

O SENAI-RS (2000) fez um estudo piloto analisando o perfil da indústria de cerâmica vermelha no Rio Grande do Sul. Neste trabalho, foram contatadas 800 empresas utilizando o cadastro do SIOCERGS⁵, mas apenas 72 empresas (9 % do total) responderam ao questionário enviado.

Os dados obtidos foram:

- 80,5 % das empresas possuem até 25 colaboradores, mas 46,3 % da mão-de-obra empregada está concentrada em empresas com mais de 51 colaboradores;
- 5 % da mão-de-obra é analfabeta e apenas 18 % possui curso superior, sendo que apenas 5,6% possui técnico cerâmico;
- O percentual médio de perdas no processo é de 3,7 %, sendo que em 34,7 % dos estabelecimentos este percentual é maior que 5 %;
- O percentual médio de perdas do produto queimado é de 3,4 %, sendo que em 37,5 % dos estabelecimentos este percentual é maior que 5 %;
- Aproximadamente a metade (54,2 %) das empresas realiza sazonalidade e dos que realizam, a maior parte (41 %) faz sazonalidade de 3,1 a 6 meses;
- 52,8 % das empresas realizam secagem artificial, mas boa parte realiza também secagem natural, 72,9 % das empresas realiza secagem natural;
- Os fornos mais utilizados pelos estabelecimentos pesquisados são do tipo Hoffman (40%) e túnel (35,7%);
- 23,6 % realizam ensaios laboratoriais para controle da produção, mas desta porcentagem, apenas 59 % realizam ensaios com frequência.

Ainda no Rio Grande do Sul, Jobim et al (1999) realizaram uma avaliação dos principais problemas enfrentados pelas empresas de construção em relação à qualidade dos materiais e componentes, sendo que entre os 32 produtos pesquisados, a telha cerâmica foi considerado o 16º material mais problemático e o bloco cerâmico foi considerado o 4º, estando entre os materiais com pior qualidade em 5 cidades entre as 8 estudadas.

⁵ SIOCERGS: Sindicato das Indústrias de Olaria e de Cerâmica para Construção do Estado do Rio Grande do Sul

O trabalho cita que as principais causas da insatisfação com blocos cerâmicos são a falta de padronização e uniformidade das dimensões, deficiências no padrão de qualidade, variação da resistência e quebra elevada no transporte, enquanto que em relação às telhas as principais reclamações são o empenamento, deficiência do esmalte, elevada permeabilidade, inexistência de certificação, variedade de dimensões e falta de paletização.

2.2.3 PARANÁ

Uma análise do setor realizado pela MINEROPAR (1997) identifica no Estado do Paraná 4 pólos cerâmicos: Norte pioneiro, Costa oeste, Eixo Prudentópolis-Imbituva e Médio-baixo vale do rio Ivaí.

Neste trabalho foram coletados dados sobre 98 empresas cerâmicas nas 4 regiões, os quais são apresentados a seguir.

Apenas 45% possuem algum documento de legalização das jazidas, sendo que a maior parte (64%) possui jazida própria, mas apenas 2% das empresas realizam análises periódicas da matéria-prima e da mistura.

Os combustíveis mais utilizados são lenha, serragem e bagaço de cana, dependendo da região e do tipo de forno utilizado. Os fornos mais utilizados são do tipo abóbada e caipira, que apresentam baixa eficiência energética, mas boa parte das empresas reaproveita a calor excedente dos fornos nos secadores.

As marombas utilizadas produzem em média 1.000 a 7.000 peças/hora. Este equipamento não é o fator limitante para o aumento da produção, mas sim a capacidade de secagem, a mão-de-obra, a quantidade de fornos e o mercado consumidor.

O estudo aponta que nas empresas maiores nota-se maior profissionalismo de seus proprietários, muitas vezes delegando importantes setores a pessoas qualificadas. Observa-se também constante renovação da mão-de-obra, sendo que 77% dos

empregados trabalham na empresa há 5 anos ou menos. Ainda em relação à mão-de-obra obteve-se a média de 15,32 empregados por empresa, sendo toda residente no próprio município onde se localiza a olaria.

A produtividade por número de empregados é, em média, de 13,72 milhares/empregado/mês. 52% das empresas realizam algum tipo de controle sobre o produto acabado, sendo que 46% o fazem através de controle visual e apenas 6% através de ensaios físicos em laboratório.

Devido à utilização de secagem natural, em 87% das empresas pesquisadas o clima influi na quantidade de peças produzidas e, para 62%, o clima influi na qualidade. Quando perguntados sobre o motivo pelo qual os produtos atingem o mercado consumidor, 85% responderam que vendem seus produtos devido à qualidade.

2.2.4 SÃO PAULO

O estado de São Paulo é o que possui o maior avanço no setor, com o maior parque industrial de cerâmica vermelha do país, distribuído em nove pólos de desenvolvimento (SILVA et al, 2001). Neste estado encontram-se o maior número de empresas certificadas, ou seja, mais empresas seguem as normas da ABNT.

As primeiras empresas a obter certificação do produto estão localizadas no estado, além de ser a região que melhor desenvolveu a tecnologia de construção em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos. Destaca-se também por ser um grande mercado consumidor de telhas, blocos de vedação, blocos estruturais e tijolos maciços.

Apesar do quadro favorável, Silva et al. (2001) observa uma grande variação nos valores de algumas propriedades e, em alguns produtos, valores muito abaixo do especificado pela norma.

2.2.5 MATO GROSSO DO SUL

Gesicki et al. (2002) realizaram um estudo da produção da Indústria Cerâmica no Mato Grosso do Sul. Neste estudo foram visitados 50 estabelecimentos. 92% são micro ou pequenas empresas e respondem por cerca de 76 % de toda a produção cerâmica do estado. A maioria é de gestão familiar tradicional, ou seja, o conhecimento foi adquirido pelos proprietários de forma empírica.

O estudo cita também a crescente demanda de um mercado consumidor mais exigente quanto à qualidade dos produtos, com isso, alguns empresários do setor vem investindo, nos últimos anos, na agregação de tecnologia à produção (controle e preparo de matérias primas, ampliação das instalações, introdução de novos equipamentos, maior controle nos processos de conformação, secagem e queima e treinamento de pessoal).

Naquele estado não existem cursos técnicos em cerâmica, dificultando assim, treinamento de mão-de-obra qualificada. Em vista disso, o autor cita que os principais problemas e entraves na produção cerâmica do Mato Grosso do Sul são:

- Necessidade de legalização das jazidas;
- Falta de capital próprio para investir no aumento da produção;
- Carência de mão-de-obra qualificada.

2.2.6 OUTROS ESTADOS

No Rio de Janeiro destacam-se os pólos produtores da região que compreende as cidades de Itaboraí, Rio Bonito, São Gonçalo e Tanguá, e a região de Campos dos Goitacazes, no norte fluminense. O SENAI local tem desenvolvido uma série de pesquisas junto às empresas locais, principalmente na questão relativa ao uso eficiente de energia.

Minas Gerais possui um número muito grande de empresas de cerâmica vermelha, mas a maioria com baixa produtividade e pouco controle sobre o processo.

No Nordeste se destacam a Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte, estes dois últimos têm se desenvolvida bastante através da produção de telhas extrudadas.

As regiões Centro-Oeste e Norte são menos significativas na produção nacional, mas é importante observar que em todo o território nacional é possível encontrar jazidas adequadas para o desenvolvimento da atividade. A Tabela 1 apresenta as estimativas de produção realizadas pela ABC no ano de 2002.

TABELA 1 – Estimativas da produção brasileira de telhas e blocos cerâmicos (ABC, 2002)

Estado	Nº de Cerâmicas	Blocos/mês (x1000)	Telhas/mês (x1000)	Total/mês (x1000)	Massa (t/mês)	Mat. Prima (t/mês)	Empregos diretos
ES	70	40.000	10.000	50.000	113.000	141.000	3.500
RJ	170	145.000	5.000	150.000	322.000	414.000	8.500
SP	600	500.000	40.000	540.000	1.200.000	1.500.000	36.000
MG	690	255.000	45.000	300.000	674.000	1.010.000	28.000
SUDESTE	1.530	940.000	100.000	1.040.000	2.309.000	3.065.000	76.000
PR	1.000	175.000	25.000	200.000	448.000	560.000	16.000
SC	1.000	120.000	30.000	150.000	339.000	424.000	16.000
RS	1.250	240.000	10.000	250.000	531.000	663.000	25.000
SUL	3.250	535.000	65.000	600.000	1.318.000	1.647.000	57.000
BA	350	100.000	30.000	130.000	256.000	320.000	13.000
CE	400	90.000	30.000	120.000	234.000	292.000	12.000
PB	70	30.000	10.000	40.000	78.000	98.000	3.500
PE	140	40.000	5.000	45.000	91.000	114.000	5.000
MA	120	22.000	18.000	40.000	80.000	100.000	5.000
SE	50	25.000	5.000	30.000	61.000	76.000	2.500
PI	40	25.000	5.000	30.000	65.000	81.000	2.000
RN	160	31.000	52.000	83.000	139.000	174.000	5.500
AL	30	26.000	-	26.000	47.000	51.000	1.500
NORDESTE	1.360	389.000	155.000	544.000	1.051.000	1.306.000	50.000
GO	300	85.000	35.000	120.000	275.000	343.000	12.000
MS	60	10.000	7.000	17.000	40.000	50.000	3.000
MT	50	12.000	3.000	15.000	34.000	42.000	2.500
DF	50	15.000	5.000	20.000	38.000	48.000	2.500
CENTRO-OESTE	460	122.000	50.000	172.000	387.000	483.000	20.000
AC	10	6.000	-	6.000	13.000	17.000	500
AM	100	25.000	5.000	30.000	61.000	76.000	3.500
AP	10	6.000	-	6.000	13.000	17.000	500
RR	10	6.000	-	6.000	13.000	17.000	500
RO	30	15.000	-	15.000	33.000	41.000	3.000
PA	50	30.000	5.000	35.000	72.000	90.000	2.500
TO	50	30.000	5.000	35.000	77.000	96.000	2.500
NORTE	260	118.000	15.000	133.000	282.000	354.000	13.000
TOTAL	6.860	2.104.000	385.000	2.489.000	5.347.000	6.855.000	216.000
TOT./ANO		25.248.000	4.620.000	29.868.000	64.164.000	82.260.000	

2.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO

2.3.1 DIMENSÕES E CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

A norma para blocos cerâmicos (NBR 7171/1992) especifica, através da tabela 2, a fabricação de blocos com dimensões modulares e são denominados como blocos comuns, mas ela permite a fabricação de blocos com outras dimensões, mediante um acordo entre produtor e consumidor, desde que respeitadas as demais especificações da norma, estes são denominados de blocos especiais.

Existe uma confusão na interpretação da norma, principalmente entre alguns fabricantes, em relação às dimensões nominais, reais e as comerciais. Conforme a NBR 7171/1992, dimensão nominal é a especificada pela empresa e a real é a média das dimensões obtidas após análise de uma amostra, portanto nenhuma se refere à dimensão comercial, ou o que podemos chamar também de dimensão modular, que corresponde à soma da medida da aresta e a espessura da junta.

Para racionalizar as construções, as dimensões comerciais especificadas na norma devem ser constituídas de múltiplos, ou seja, é recomendável que o comprimento comercial do bloco seja 0.5, 1, 2 ou 3 vezes a largura comercial, conforme o tipo de amarração desejado. Conseqüentemente, as dimensões reais estão relacionadas à espessura da junta de argamassa. No caso dos blocos comuns (tabela 2), são especificadas juntas de argamassa horizontais e verticais com 10 mm de espessura.

Tabela 2 – Dimensões nominais de blocos cerâmicos comuns e especiais (NBR 7171, 1992)

Tipo^(A) L x H x C (cm)	Dimensões nominais (mm)		
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)
10 x 20 x 20	90	190	190
10 x 24 x 25	90	190	240
10 x 20 x 30	90	190	290
10 x 20 x 40	90	190	390
12,5 x 20 x 20	115	190	190
12,5 x 20 x 25	115	190	240
12,5 x 20 x 30	115	190	290
12,5 x 20 x 40	115	190	390
15 x 20 x 20	140	190	190
15 x 20 x 25	140	190	240
15 x 20 x 30	140	190	290
15 x 20 x 40	140	190	390
20 x 20 x 20	190	190	190
20 x 20 x 25	190	190	240
20 x 20 x 30	190	190	290
20 x 20 x 40	190	190	390
Medidas especiais L x H x C (cm)	Dimensões nominais (mm)		
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)
10 x 10 x 20	90	90	190
10 x 15 x 20	90	140	190
10 x 15 x 25	90	140	240
12,5 x 15 x 25	115	140	240

(A) Medidas comerciais

A tolerância máxima permitida para o comprimento, largura e altura do bloco é de 3 mm e as paredes externas dos blocos devem possuir no mínimo 7 mm.

Outros requisitos dos blocos são o desvio em relação ao esquadro e a planeza das faces, ambos com tolerância máxima de 3 mm.

Alguns estudos realizados indicam dificuldades das empresas em cumprir estes requisitos. Oliveira e Roman (1994) analisando material de 52 amostras nos estados de Santa Catarina e Bahia, encontraram apenas uma conforme. Na mesma época o IPT (1994), analisando 16 empresas do Interior de São Paulo, que comercializam os produtos na capital, obteve resultado parecido, sendo que apenas 1 estava conforme os requisitos de norma.

Em trabalhos mais recentes, Silva et al. (2000, 2001) verificou, através da análise de 10 produtores da região de Porto Ferreira, estado de São Paulo, que 60% do material

analisado não cumpre as normas vigentes no quesito dimensões. Em outro estudo, realizado em Santa Maria – RS, Ferreira et al. (2002) obteve 20% de conformidade após a análise das dimensões de 40 amostras de 6 empresas cerâmicas.

Esta dificuldade em cumprir os requisitos se dá, principalmente, em função da alta taxa de retração da massa cerâmica, durante o processo de fabricação. Somente através de um controle adequado das diversas etapas que constituem o processo que as empresas podem cumprir os requisitos exigidos.

2.3.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

A norma brasileira (NBR 7171/1992) especifica, para blocos cerâmicos, 7 classes de resistência, em função da resistência à compressão mínima da unidade, conforme a tabela 3.

Tabela 3 – Classes de Resistência de blocos cerâmicos

Classe	Resistência à compressão na área bruta (MPa)
10	1,0
15	1,5
25	2,5
45	4,5
60	6,0
70	7,0
100	10,0

A norma não especifica resistência mínima para blocos estruturais, portanto, isto deve ser especificado pelo projetista, mas é importante observar, que não é recomendável a utilização de blocos com furos na direção horizontal em paredes auto-portantes, devido ao seu modo de ruptura frágil. Os blocos com furos horizontais são exclusivamente para blocos de vedação, enquanto que blocos com furos na posição vertical podem ser utilizados tanto para paredes de vedação como auto-portantes, desde que cumpram os requisitos de resistência especificados.

Neste trabalho, foram estudados blocos de vedação com furos na horizontal, sendo o mais utilizado atualmente no Brasil.

Os fatores que mais influenciam a resistência deste tipo de bloco cerâmico são as características da massa (homogeneidade, dosagem da matéria prima), a qualidade de secagem e queima e a geometria do componente.

Cavalheiro (1991) estudou a resistência à compressão de blocos cerâmicos de vedação com furos horizontais em olarias do Rio Grande do Sul. Analisando diferentes geometrias, obteve os seguintes resultados:

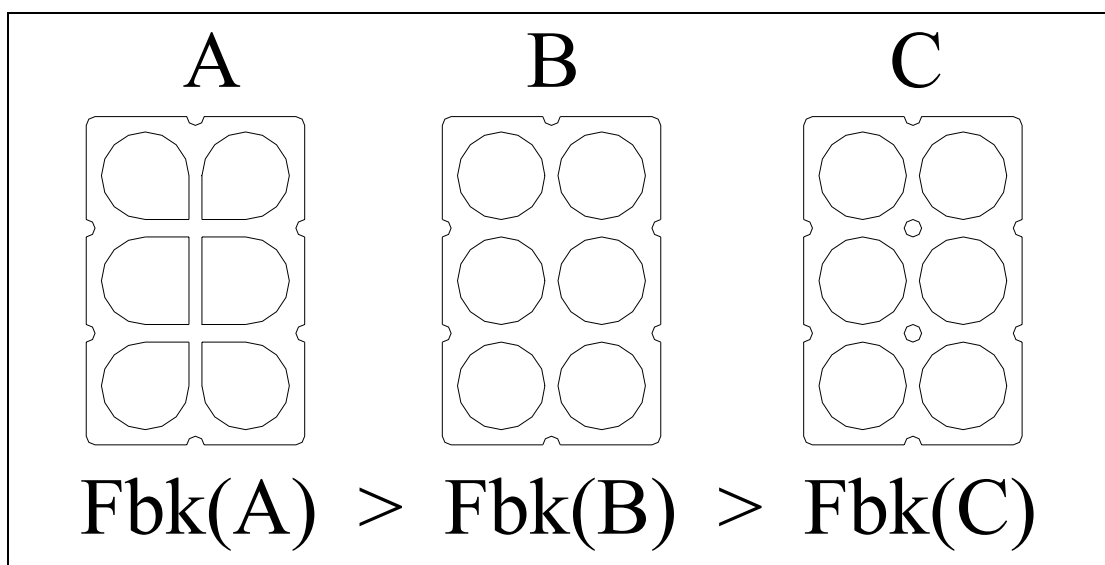


Figura 8 – Resistência à compressão de blocos com diferentes geometrias
(CAVALHEIRO, 1991)

O bloco tipo A possui furos diferenciados para que as paredes do bloco tenham espessura constante. Entre os estudados, obteve o melhor resultado.

O bloco tipo B obteve um resultado um pouco superior ao C, porém o fato dele possuir as espessuras das paredes variáveis pode trazer problemas na secagem e na queima, ocorrendo trincas e deformações indesejadas.

O bloco tipo C, além dos furos convencionais, possui outros furos menores para facilitar a secagem e queima, mas eles trazem problemas para sua resistência mecânica. Foi o que obteve o pior resultado e não atingiu a resistência mínima exigida pela norma.

Na mesma linha de pesquisa, Abiko (1984), Thomaz (1987) e o IPT (1994) comprovam que blocos com furos retangulares apresentam resistência à compressão significativamente superior àquela verificada em blocos com furos circulares. Apesar desta constatação, grande parte dos fabricantes estudados nesse trabalho fabrica blocos com furos arredondados, fazendo com que tenham dificuldade em atingir a resistência mínima exigida pela norma.

2.3.3 RESISTÊNCIA À FLEXÃO

Enquanto os blocos cerâmicos são mais solicitados em relação à resistência à compressão, as telhas, em sua aplicação e durante sua vida útil são mais solicitadas em relação à resistência à flexão. Estas devem resistir pelo menos ao peso de uma pessoa.

As normas brasileiras (NBR 7172/1987 e NBR 9601/1986), para que o produto resista a esta solicitação, especifica um valor mínimo de 70 kgf para telha tipo francesa, 100 kgf para telha tipo capa e canal⁶ (colonial, plan, paulista) e 130 Kgf para telha tipo romana. Esta diferença não é muito compreensível, uma vez que as estruturas de apoio são iguais e sofrem a mesma solicitação em uso.

2.3.4 ABSORÇÃO D'ÁGUA E TAXA DE SUCÇÃO INICIAL EM BLOCOS CERÂMICOS

A norma brasileira considera adequada uma faixa bastante elástica p/ taxa de absorção d'água, de 8% a 25% em massa.

⁶ Telha Cerâmica tipo capa e canal: componente para cobertura constituído por peças côncavas (canais) e por peças convexas (capas) que se recobrem longitudinalmente, compondo vedos estanques à água.

Esta propriedade está relacionada à permeabilidade do componente e à relação entre sua superfície e a argamassa de assentamento e revestimento, no momento da aplicação.

A faixa considerada ideal, segundo Silva et al (2001), é de 18 a 20%. Baixa taxa de absorção representa alta resistência mecânica, mas valores menores que 10% dificultam a adesão entre o bloco e a argamassa, enquanto que a taxa de absorção muito alta indica que o material é muito poroso e permeável, prejudicando o desempenho quando utilizado aparente.

Oliveira (1993), em sua dissertação de mestrado, ensaiou 52 amostras em empresas catarinenses, obtendo valores médios variando de 10,25% a 29,5%, sendo que a maioria das amostras apresentou valores próximos de 21%, enquanto que Ferreira et al (2001) realizou os mesmos ensaios em 13 amostras de empresas do Rio Grande do Sul, obtendo valores entre 12,5% e 16,4%.

A taxa de absorção inicial é um índice que mede o potencial do bloco em retirar a água da argamassa durante o assentamento. Franco (1988) e Roman (1991) afirmam que esta propriedade tem grande importância na união entre bloco e argamassa. Se a quantidade de água retirada for muito grande, a argamassa pode ter suas propriedades mecânicas pioradas, sobretudo a aderência bloco-argamassa, aumentando a probabilidade de fissuração das juntas, com a criação de um caminho para penetração da água.

Para compensar altas taxas de absorção inicial, a norma ASTM C62 (1992) recomenda a molhagem dos blocos no momento de realizar o assentamento. A norma americana recomenda para o IRA o valor máximo de $1,5 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}$ quando realizado ensaio conforme a norma ASTM C67 (1994).

2.3.5 ABSORÇÃO D'ÁGUA E PERMEABILIDADE DE TELHAS CERÂMICAS

A principal função de uma cobertura é evitar a entrada de água dentro da edificação.

Nas telhas, a norma brasileira fixa em 20% o valor máximo permitido para a taxa de absorção d'água, que corresponde à quantidade de água (em massa) absorvida pelo componente após 2 horas fervendo imerso em um recipiente.

Componentes com alta taxa de absorção podem trazer umidade para o interior da edificação, além de causar um desgaste excessivo na estrutura e sustentação (apodrecimento quando esta for de madeira ou oxidação quando for de ferro ou aço).

Quanto à permeabilidade, o ensaio normalizado (NBR 8948/1985) se resume em encher um tubo de 35 mm de diâmetro e 250 mm de altura acoplado à face superior da telha. Após 24 horas se verifica se houve vazamento, formação de bolhas ou manchas de umidade. A norma especifica que o componente pode absorver certa quantidade de umidade e são permitidas manchas de umidade, mas não pode ocorrer a formação de bolhas ou respingos.

2.3.6 PESO E MASSA ESPECÍFICA

As normas referentes a telhas (NBR 7172/1987 e NBR 9601/1986) especificam um peso máximo para cada tipo de telha, conforme tabela 4.

Tabela 4 – Peso máxima da telha seca

Modelo	Massa(g)
Colonial (capa ou canal)	2700
Plan (capa ou canal)	2750
Paulista (capa ou canal)	2650
Romana	3000
Francesa	3000

As normas também especificam todas as dimensões destes 5 tipos, tentando assim, padronizar a produção, mas com o passar dos anos foram surgindo novos modelos de

telha que não possuem especificações normalizadas e atualmente encontram-se no mercado os mais variados tipos de telhas cerâmicas com os mais diversos pesos e dimensões.

Outra forma mais eficiente para exprimir o peso seria em massa/m², uma vez que cada tipo de telha possui um rendimento. No mercado é possível inclusive encontrar para um mesmo tipo de telha diferenças significativas no rendimento, por exemplo, um fabricante produz telha portuguesa que rende 15 peças/m², enquanto que outro produz o mesmo tipo de telha, mas como suas dimensões são menores, são necessárias 17 peças para cobrir 1 m².

A densidade (massa específica) das telhas fabricadas no Brasil são estimadas na faixa de 1500 a 2000 kg/m³, sendo este valor obtido em ensaios de blocos cerâmicos (OLIVEIRA, 1993).

Em relação ao bloco, seu peso varia em função de suas dimensões, geometria e densidade da massa cerâmica, sendo em média de 2,2 kg (ABC, 2002). A norma não especifica valores para o peso da unidade, mas o mercado pede um componente leve, diminuindo assim custos com o frete, estruturas e fundações.

Os fabricantes estão sempre tentando diminuir o peso da unidade, com este objetivo suas dimensões são reduzidas ou as paredes do bloco tornam-se mais finas, deixando o elemento frágil e não conforme. Na realidade, a melhor maneira de atingir este objetivo é encontrar uma geometria adequada ao componente ou desenvolver uma massa cerâmica com menor densidade, mas com características mecânicas adequadas.

Na Europa são fabricados blocos de cerâmica estrutural de alta porosidade, onde é adicionado material orgânico na mistura de argilas. Conforme Tavares e Grimme (2002), através dessa tecnologia é possível obter alguns benefícios como a redução do tempo de queima, melhores condições de extrusão e secagem, melhor desempenho térmico e redução da densidade final do bloco, esta última podendo diminuir de 1500 a 2000 kg/m³ para 650 a 900 kg/m³.

2.3.7 EFLORESCÊNCIAS

O principal problema patológico ligado aos blocos cerâmicos é, segundo Franco (1988), a eflorescência, que é caracterizada pelo fenômeno de deposição de sais sob diversas formas e constituições, à superfície dos materiais cerâmicos e das argamassas. Os depósitos são formados pela migração da água através dos poros, que solubiliza e transporta os sais do interior para a superfície do material. As condições necessárias para o aparecimento de eflorescências são: (HENNETIER E CORREIA, 2001).

- Presença de sais solúveis;
- Umidificação do material;
- Textura capilar do material, permitindo a migração da água do interior para o exterior;
- Secagem do material.

As normas brasileiras não exigem que sejam feitos ensaios de eflorescências, isto faz surgir uma série de problemas patológicos, causados pela presença de umidade, em construções de diversas regiões do país.

Em materiais expostos às intempéries, como telhas e blocos aparentes, a escolha da matéria-prima e o controle do processo de produção são essenciais para evitar problemas com eflorescências durante sua utilização.

2.3.8 COMPARAÇÃO ENTRE AS NORMAS BRASILEIRAS E ESTRANGEIRAS DE TELHAS CERÂMICAS

Tabela 5 – Comparação entre os requisitos das normas brasileiras e estrangeiras de telhas cerâmicas (CGI CLAY ROOF TILES, 2002)

Ensaio	Norma Francêsa (NF P31.301)	Norma Alemã (DIN 456)	Norma Americana (ASTM C1167-96)	Norma Britânica (BSEN 539-2:1998)	Norma Brasileira (NBR)
Resistência a flexão	média > 100 Kgf	média > 150 Kgf	seca: média>178 Kgf sat.:média>133Kgf	x	francesa: 70 Kgf capacanal: 100kgf romana: 130 Kgf
Porosidade (absorção de água)	x	X	Grau1: < 6% Grau2: < 11% Grau3: < 13%	x	Francesa e capacanal:<20% romana:<18%
Permeabilidade	Máximo 0,5 cm/cm após 24 horas	Nenhuma gota pode ser detectada do lado de baixo da telha após 6 horas	x	x	Nenhuma gota pode ser detectada do lado de baixo da telha após 24 horas
Desvio de esquadro	x	Distorção permissível<2%	x	x	x
Planeza das faces	Deflexão máxima = 6 milímetros em 10 amostras	x	x	x	max=5mm
Variação dimensional	x	Desvio máx.=2%	Desvio máx. = 5%	x	2,5% p/ romana 2,0% p/ francesa ou capacanal
Peso	x	X	± 10% do especificado	x	francesa e romana < 3000g colonial<2700 plan<2750 paulista<2650
Resistência ao gelo	x	peça não deve dar sinal de dano após 150 ciclos	Grau1: 500 ciclos Grau2: 50 a 500 cic. Grau3: < 50 ciclos	peça não deve dar sinal de dano após 50 e 100 ciclos	x
Eflorescencia	x	x	sem eflorescências de acordo com o método da Norma ASTM C67	x	x

Este quadro mostra diferenças nos seguintes requisitos:

Resistência à flexão: observa-se que quase todas as normas especificam valores mínimos próximos, nos Estados Unidos são definidos dois valores, para o produto

saturado e seco, mas só a norma brasileira especifica valores diferentes para diferentes tipos de telha.

Absorção de água: as normas européias não levam em consideração, a ASTM classifica em 3 graus, dependendo da região geográfica que esta será utilizada e no Brasil são especificados valores diferentes, dependendo do tipo de telha.

Permeabilidade: as normas brasileiras e européias permitem que seja detectada umidade na face inferior da telha, contanto que não ocorram formação de bolhas ou respingos.

Dimensões: As normas brasileiras, alemãs e americanas especificam variação máxima, sendo que a ASTM apresenta uma margem maior.

Apenas as normas alemã e francesa levam em consideração a rugosidade, enquanto que somente a NBR especifica peso máximo. Quanto à eflorescência apenas a ASTM exige o ensaio.

Enquanto isso, a resistência a ciclos de gelo e degelo é especificada pelas norma americana, alemã e inglesa, sendo que as duas últimas não especificam valores para porosidade.

2.3.9 COMPARAÇÃO ENTRE AS NORMAS BRASILEIRAS E ESTRANGEIRAS DE BLOCOS CERÂMICOS

Tabela 6 – Comparação entre os requisitos das normas brasileiras e estrangeiras de blocos cerâmicos

Especificação	Norma Brasileira NBR 7171/1992	Normas Americanas ASTM C34/93 ASTM C56/93 ASTM C652/94	Norma Inglesa BS 3921/1985
Características Visuais	O bloco não deve apresentar defeitos sistemáticos como trincas, quebras, rebarbas, superfícies Irregulares, que impeçam seu uso.		
Características Geométricas	Tolerâncias: Larg. = $\pm 3\text{mm}$ Comp. = $\pm 3\text{mm}$ Altura = $\pm 3\text{mm}$ Desv. de esq.= 3mm Flecha = 3mm Esp. Parede $\geq 7\text{mm}$	LB e NB: Larg. = 3% Comp. = 3% Altura = 3% Esp. Par. $\geq 12,7\text{mm}$ HB: tolerância varia de 1,6 a 4 mm.	Tolerâncias: Larg. = $\pm 3,1\text{ mm}$ Comp. = $\pm 3,1\text{ mm}$ Altura = $\pm 3,1\text{ mm}$
Absorção d'água	8 a 25%	Max individual: LBX = 19% LB = 28% NB = 28% HB-SW = 20% HB-MW = 25%	3 níveis: $\leq 7\%$ entre 7 e 12% $\geq 12\%$
Resistência à compressão mínima	$\geq 1\text{ Mpa}$ Várias classes de resistência	NB e HB não especificam Média indiv. LBX 9,6% 6,8% LB 6,8% 4,8%	$\geq 5\text{ MPa}$
Taxa de absorção inicial (IRA)	----	Não exige Recomenda: Max.=1,5 kg/min.m ²	Explica como calcular, mas não impõe val. específicos
Resistência ao congelamento	----	SW: resiste 50 cic. MW: não resiste	F: resist. a ciclos sat. M:resist. a cic. seco O: não resistente
Eflorescência	----	Sem eflorescências	----
Teor de sais solúveis	----	----	Exige um teor máx. p/ 2 graus: Normal e baixo

Neste quadro observam-se algumas diferenças entre as 3 normas analisadas.

A norma brasileira só divide os componentes em classe em relação à resistência à compressão. Apresenta especificações mais exigentes quanto às características geométricas e é a única que apresenta um valor mínimo para a absorção d'água, conforme discutido ao longo do trabalho.

A ASTM apresenta três tipos de componentes que podem ser comparados aos fabricados no Brasil, conforme as normas:

- Blocos cerâmicos não estruturais (NB): ASTM C 56/1993 – Standard Specification for structural clay non-load-bearing tile
- Blocos cerâmicos estruturais (LB): ASTM C 34/1993 – Standard Specification for structural clay load-bearing wall tile
- Tijolos furados (HB): ASTM C652/1994 - Standard Specification for hollow brick (Hollow masonry units made from clay or shale)

Estes tipos ainda são classificados conforme sua taxa de absorção d'água, resistência à compressão e sua resistência a ciclos de gelo e degelo, da seguinte forma:

- LBX – Bloco estrutural especial
- LB – Bloco estrutural
- NB – Bloco não estrutural
- HB – Tijolo furado
- SW – Resistente a gelo
- MW – Não resistente a gelo

Entre as normas estudadas é a única que faz recomendações quanto ao índice de sucção inicial e exige ensaio de eflorescências.

A norma inglesa analisada se refere a tijolos maciços que são produzidos, principalmente, para serem utilizados como tijolo aparente o que explica os baixos valores relativos à absorção d'água. Ela também diferencia em classes em função da resistência ao congelamento e do teor de sais solúveis.

CAPÍTULO 3 - SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE

A ISO série 9000 é um conjunto de normas técnicas que trata exclusivamente do assunto gestão da qualidade. A série completa ISO 9000:2000 é composta de quatro normas, conforme a tabela 7:

Tabela 7 - Série de Normas ISO 9000:2000 (MARANHÃO, 2001)

Número	Título	Finalidade
NBR ISO 9000	Sistema de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário	Estabelecer os fundamentos e o vocabulário da qualidade.
NBR ISO 9001	Sistema de gestão da qualidade – Requisitos	Especificação dos requisitos de sistema de gestão da qualidade.
NBR ISO 9004	Sistema de gestão da qualidade – Diretrizes para melhoria de desempenho	Prover guia para sistemas de gestão da qualidade, incluindo melhorias contínuas.
NBR ISO 19011	Diretrizes para auditoria de sistemas de gestão da qualidade e ambiental	Prover requisitos e diretrizes para processos de auditoria.

A sigla ISO é formada pelas letras iniciais de International Organization for Standardization (Organização Internacional para Normalização Técnica). O objetivo da ISO é fixar normas técnicas essenciais de âmbito internacional, ou seja, desenvolver regras internacionais que valham para todos.

A certificação de produtos de cerâmica vermelha é conferida, em todo o país, pelo CCB (Centro Cerâmico do Brasil), organismo certificador credenciado pelo Inmetro para certificar produtos de cerâmica vermelha e de revestimento.

No caso da cerâmica vermelha, o modelo de certificação utilizado é o modelo 5, no qual é analisado o sistema de gestão da qualidade do fabricante, através de auditorias, e a conformidade dos produtos, através de ensaios em amostras coletadas na fábrica ou no comércio. Os ensaios são realizados em laboratórios de terceira parte, sendo que os critérios para aceitação e rejeição seguem às especificações das normas brasileiras.

A avaliação do sistema de gestão da qualidade é realizada através de uma lista de verificação (check-list) desenvolvida pelo CCB, na qual são abordados todos os itens da norma ISO 9001 adicionados de alguns itens de controle do processo produtivo. O check-list utilizado no diagnóstico das empresas analisadas neste trabalho está baseado na série de normas ISO 9000:1994, mas no início de 2003 o check-list sofre uma atualização para se adequar às normas editadas no ano 2000. A partir de dezembro de 2003, as empresas já certificadas que não fizerem a adequação do SGQ à série de normas ISO 9000/2000 perderão o selo de qualidade. Esta atualização não implica em mudanças muito significativas de conteúdo, mas basicamente foi modificada a seqüência dos requisitos e acrescentados alguns itens. O check-list está descrito no anexo 1.

A empresa que atender a, no mínimo, 60% dos requisitos constantes na lista de verificação e apresentar conformidade dos produtos às normas técnicas é considerada apta a receber a certificação.

3.1 CONCEITOS BÁSICOS DE GERENCIAMENTO DE PROCESSOS E CICLO PDCA

Controle de qualidade é um conjunto de técnicas que permitem a produção econômica de bens e serviços que satisfaçam às necessidades do cliente.

Segundo Ishikawa (1993), praticar um bom controle de qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade que seja mais econômico, mais útil e sempre satisfaça o consumidor.

Conforme Campos apud Werkema (1995), um produto ou serviço⁷ de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de formas confiável, acessível e segura, no tempo certo às necessidades do cliente.

⁷ A ISO 9000/2000 define produto como resultado de processos. Portanto, tanto produtos tangíveis como serviços são considerados produtos.

Para uma organização funcionar de maneira eficaz, ela tem que identificar e gerenciar diversas atividades interligadas. Uma atividade que usa recursos e que é gerenciada de forma a possibilitar a transformação de entradas em saídas pode ser considerada um processo.

Um processo, segundo Werkema (1995), é uma combinação dos elementos, equipamentos, insumos, métodos ou procedimentos, condições ambientais, pessoas e informações do processo ou medidas, tendo como objetivo a fabricação de um bem ou o fornecimento de um serviço.

A aplicação de um sistema de processos em uma organização, junto com a identificação, interações desses processos e sua gestão, pode ser considerada como abordagem de processo.

Pode-se visualizar uma empresa como um processo, existindo dentro dela vários outros processos. Por exemplo, numa empresa cerâmica temos o processo de produção, que pode ser dividido simplificadaamente em vários processos: preparação da massa, conformação, secagem, queima, etc.

Freqüentemente, a saída de um processo é a entrada do processo seguinte. Por exemplo, a saída do processo de secagem é a entrada do processo de queima. Esta divisão permite que cada processo menor seja controlado separadamente, podendo ser tomadas ações locais, mas sempre com a visão do todo.

O gerenciamento de processos, conforme descrito acima, é exercido por meio do ciclo PDCA. Ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisão para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização (figura 9).

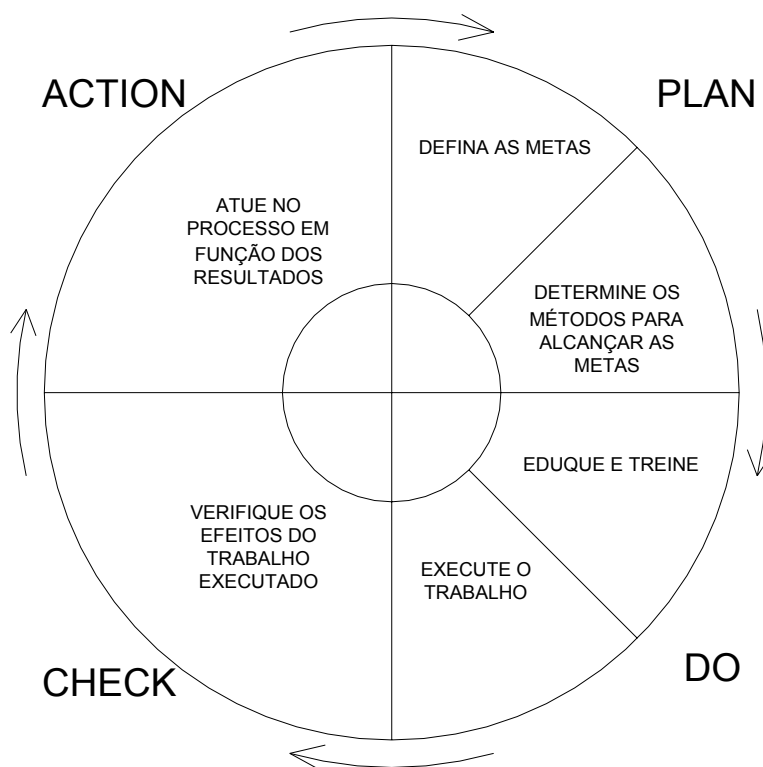


Figura 9 – Ciclo PDCA (Campos apud Werkema, 1995)

Planejamento (P): Estabelece os métodos para alcançar as metas propostas.

Execução (D): Educação, treinamento e execução das tarefas estabelecidas, exatamente como previsto na etapa de planejamento.

Verificação (C): Verificação dos efeitos do trabalho executado, comparando resultados com as metas estabelecidas.

Ação (A): Atuação no processo em função dos resultados.

- Se as metas foram alcançadas, estabelecer novas metas.
- Se não foram alcançadas, agir sobre as causas do não atingimento da meta.

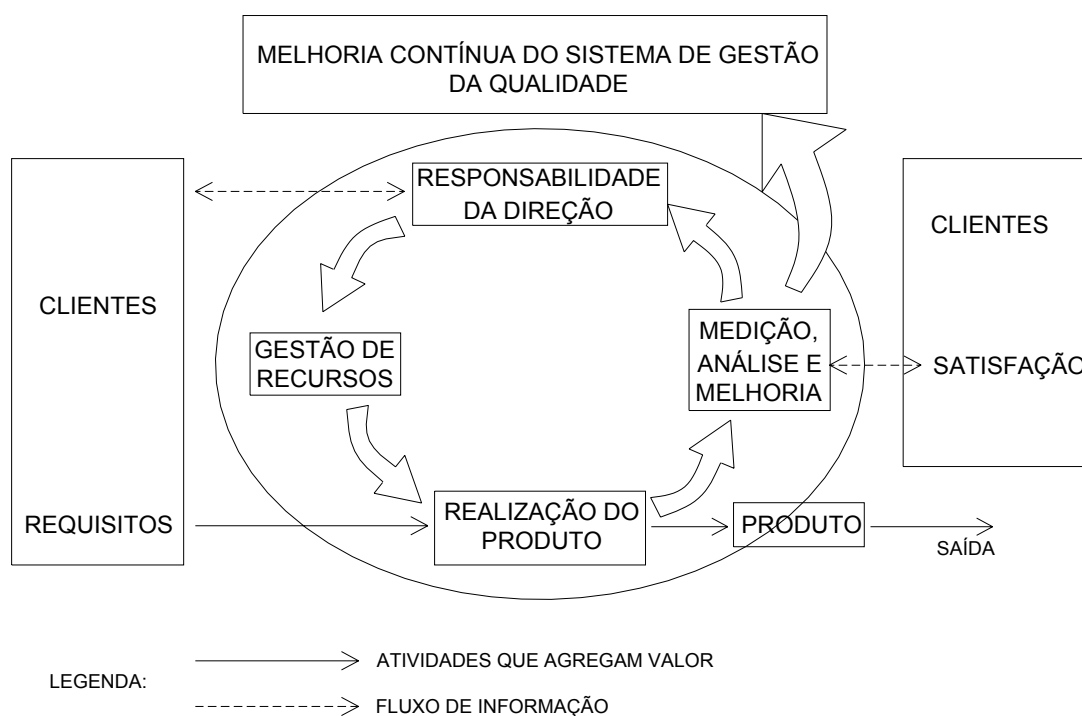
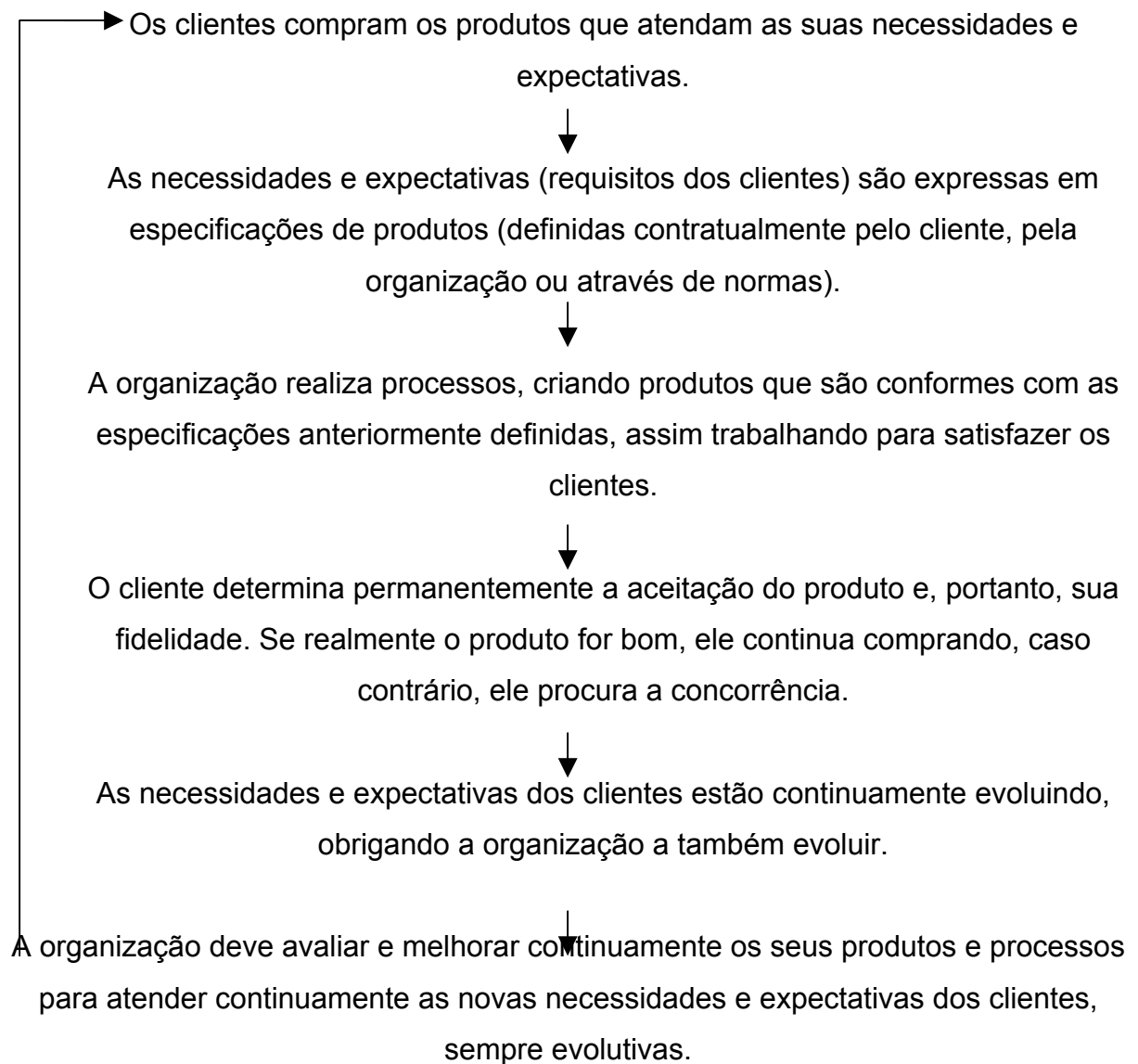


Figura 10 – Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processo
(NBR ISO 9001, 2000)

3.2 PRINCÍPIOS DA QUALIDADE

MARANHÃO (2001) afirma que as empresas bem sucedidas nada mais fazem que trabalhar com qualidade. Ele representa a lógica da qualidade através de um ciclo de atividades, conforme o que segue:



Para fazer esta lógica funcionar, a ISO 9000 estabelece oito princípios da qualidade. A ausência destes princípios pode criar sérias barreiras à competitividade.

Princípio 1: Foco no Cliente

As empresas devem atender às necessidades atuais e futuras dos clientes, atingindo ou superando suas expectativas. Pode ser considerado como a base de tudo, uma vez que sem clientes, não há negócio.

Princípio 2: Liderança

Os líderes estabelecem os objetivos e o rumo da empresa. É importante que criem um ambiente interno no qual as pessoas possam se tornar engajadas na obtenção dos objetivos. É fundamental no sucesso de uma equipe. Sem liderança, nenhum agrupamento se sustenta quando exposto a situações adversas.

Princípio 3: Engajamento das pessoas

As pessoas, em todos os níveis, são a essência de uma organização. O efetivo engajamento dessas pessoas permite a utilização das suas habilidades para o benefício da empresa.

Princípio 4: Abordagem de processos

Um resultado melhor é alcançado quando as atividades e os recursos são gerenciados como processos. Numa empresa cerâmica, por exemplo, cada fase do processo produtiva é definida como um processo, definido por uma entrada, uma transformação com agregação de valor e uma saída. A saída de um processo é a entrada para o processo seguinte.

Princípio 5: Abordagem sistêmica para a gestão

É uma decorrência do princípio 4. Não basta ver cada atividade como um processo, é essencial que estes processos estejam integrados de forma perfeitamente harmônica.

Princípio 6: Melhoria contínua

A melhoria deve ser um objetivo permanente, pois nada é tão bom que não possa ser melhorado. É possível e necessário melhorar por pelo menos dois motivos:

1. As necessidades e expectativas dos clientes evoluem sempre. Se a empresa não melhorar o seu produto, o cliente ficará insatisfeito e deixará de ser fiel.
2. A concorrência, muito provavelmente, estará trabalhando para nos superar ou manter a liderança.

Princípio 7: Tomada de decisão baseada em fatos

As decisões devem ser tomadas baseadas na análise de dados e informações concretas. Você só consegue gerenciar aquilo que é medido, portanto, quantificar os processos é a melhor forma de eliminar a subjetividade das avaliações. Este princípio se refere basicamente aos indicadores da qualidade.

Princípio 8: Benefícios mútuos nas relações com os fornecedores

As negociações com os fornecedores devem ser benéficas para ambas às partes. Um negócio no qual uma das partes (fornecedor ou cliente, aquele que for mais poderoso) estrangula a outra não é interessante. Neste tipo de negociação predatória, há uma solução, mas há também uma grande insatisfação da parte perdedora, que interrompe o relacionamento, ou, pelo menos, cria insatisfação e sentimento de revanche.

3.3 SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE ISO SÉRIE 9000

Sistema de Gestão da Qualidade é, segundo MARANHÃO (2001), um conjunto de regras mínimas, implementado de forma adequada, com o objetivo de orientar cada parte da empresa para que execute de maneira correta e no tempo devido a sua tarefa, em harmonia com as outras, estando todas direcionadas para o objetivo comum da empresa: ser competitiva (ter qualidade com produtividade)⁸.

O grande erro da implementação da ISO série 9000 é fazer da certificação o maior objetivo. Na realidade, o objetivo principal da implementação do Sistema de Gestão da Qualidade deve ser a melhoria da qualidade e da competitividade, com conseqüente aumento da lucratividade, ou seja, a certificação deve ser utilizada como uma ferramenta para a melhoria do processo. Quando uma empresa resolve participar de um programa de implementação do Sistema de Gestão da Qualidade, a certificação deve ser a conseqüência e não o foco do projeto.

As normas ISO série 9000 foram criadas em 1987, revisadas em 1994 e em 2000, nesta última revisão as normas ISO 9001, 9002 e 9003 se unificaram, transformando-se numa única norma mais abrangente, a ISO 9001.

A NBR ISO 9001:2000 é a norma que especifica os requisitos mínimos necessários para uma organização implementar um sistema de gestão da qualidade, visando melhorar sua competitividade. O objetivo principal dessa norma é atender os requisitos dos clientes com eficácia, ou seja, o foco é a satisfação do cliente.

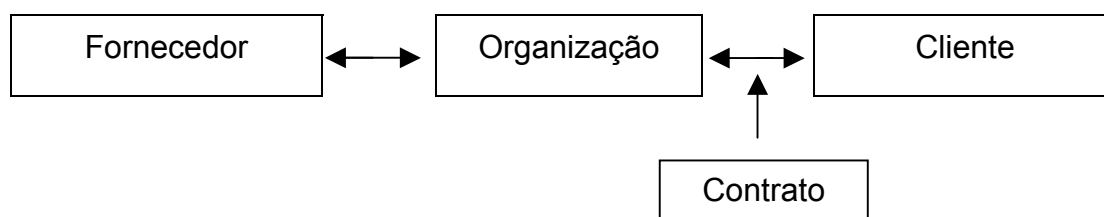
A NBR ISO 9001:2000 está dividida em 9 seções:

0. Introdução
1. Objetivo
2. Referência normativa
3. Termos e definições
4. Sistemas de Gestão da Qualidade
5. Responsabilidade da Direção
6. Gestão de recursos
7. Realização do produto
8. Medição, análise e melhoria

As três primeiras, Introdução, Objetivo e Referência normativa, já foram abordadas ao longo do trabalho.

Seção 3 - Termos e definições

Estabelece a terminologia contratual da cadeia produtiva básica, ou seja, as partes diretamente interessadas no negócio:



⁸ Qualidade: satisfação dos clientes. Produtividade: fazer cada vez mais com cada vez menos recursos.

O Contrato define as obrigações bilaterais entre o cliente e a organização. O cliente deve informar os requisitos e quitar o produto fornecido, enquanto que a organização deve satisfazer as necessidades do cliente.

Seção 4 – Sistema de gestão da qualidade

Trata a estruturação e documentação do SGQ. O item 4.1 cita que a organização deve estabelecer, documentar, implementar e manter um sistema de gestão da qualidade e melhorar continuamente a sua eficácia.

O item 4.2.1 cita que o sistema de gestão da qualidade deve incluir:

- Declarações documentadas da política da qualidade e dos objetivos da qualidade;
- Manual da qualidade;
- Procedimentos documentados requeridos por esta norma;
- Documentos necessários à organização para assegurar o planejamento, a operação e o controle eficazes de seus processos;
- Registros requeridos por esta norma

Portanto, todas as atividades devem estar documentadas no Manual da Qualidade, que deve no mínimo, esgotar os requisitos da norma ISO 9001. A organização do manual é de livre escolha, mas é recomendado que seja constituído com a mesma seqüência da norma ISO 9001. O importante é que ele esteja conforme a norma ISO e seja adequado à cultura da empresa. No decorrer do trabalho será abordado com mais profundidade o assunto documentação.

Seção 5 – Responsabilidade da direção

O requisito 5.1 é o comprometimento da direção. Ele define as ações que a alta direção executa para implementar o SGQ. É de responsabilidade da direção transmitir à organização a importância em satisfazer o cliente, estabelecer a política e os objetivos da qualidade, garantir a disponibilidade de recursos e realizar análises críticas.

O requisito 5.2 é o foco no cliente, no qual a alta direção deve garantir que os requisitos dos clientes sejam atendidos. O item 5.3 é a política da qualidade. Ela é o compromisso com os objetivos da empresa e, portanto, deve ser entendida por todos os colaboradores.

O item 5.4 é o planejamento, que deve ser realizado de forma a garantir a satisfação dos requisitos dos produtos e os objetivos da qualidade. O requisito 5.5 é responsabilidade, autoridade e comunicação. A alta direção deve definir e comunicar quais são as responsabilidades de cada membro da organização.

O requisito 5.6 é a análise crítica pela direção. A direção deve realizar análises críticas do sistema em intervalos planejados, assegurando sua continuidade com eficácia, incluindo avaliação de oportunidades para melhorias e necessidades de mudanças.

Seção 6 – Gestão de recursos

O requisito 6.1 é provisão de recursos, ou seja, a organização deve fornecer recursos necessários para implementar e manter o SGQ. O item 6.2 é recursos humanos. As pessoas que executam serviços que afetam a qualidade devem receber educação, treinamento, habilidade e experiência apropriadas.

O item 6.3 é infra-estrutura e o 6.4 é ambiente de trabalho. A organização deve disponibilizar espaços de trabalho e equipamentos adequados, um ambiente limpo, e seguro, ou seja, condições adequadas à prática da qualidade.

Seção 7 – Realização do produto

O requisito 7.1 é o planejamento da realização do produto. A organização deve planejar e desenvolver os processos necessários para a realização do produto, de forma coerente com os outros processos do SGQ.

O requisito 7.2 é processos relacionados a clientes, são os requisitos que devem ser respeitados, tais como as necessidades dos clientes, normas e regulamentos. Deve ser

feita uma análise crítica desses requisitos, verificando se estão bem definidos e se a empresa tem condições de atendê-los. A empresa deve também estabelecer uma forma eficaz de comunicação com os clientes, para atendimento de reclamações e informações sobre o produto.

O item 7.3 é projeto e desenvolvimento, ou seja, planejar e controlar as várias etapas do projeto e desenvolvimento do produto. O requisito 7.4 é a aquisição. Deve ser assegurado que os insumos necessários para realização do produto estão conforme os requisitos especificados. Isso pode ser alcançado através da avaliação e qualificação de fornecedores.

O requisito 7.5 é produção e fornecimento de serviço. A organização deve planejar e realizar a produção e o fornecimento do serviço de forma controlada (controle do processo). Uma forma de controle é através da rastreabilidade, na qual o produto é identificado em todas as fases do processo e, em caso de não conformidade é possível rastreá-lo e descobrir em que fase ocorreu o problema. Também é de responsabilidade da empresa a preservação da conformidade do produto durante o processo interno e entrega ao destino pretendido.

O requisito 7.6 é o controle de dispositivos de medição e monitoramento. Os equipamentos de inspeção, medição e ensaios devem estar identificados e calibrados.

Seção 8 – Medição, análise e melhoria

A organização deve medir e analisar a conformidade dos produtos e do SGQ, utilizando essas informações para planejar a melhoria contínua do sistema.

O requisito 8.2 é medição e monitoramento. A organização deve monitorar informações relativas à satisfação dos clientes, realizar Auditorias Internas a intervalos planejados e aplicar métodos adequados para medição e monitoramento dos processos e das características do produto.

O requisito 8.3 trata do controle de produto não-conforme. A empresa deve assegurar que produtos que não satisfazem os requisitos sejam identificados e controlados para evitar seu uso ou entrega não intencional.

O requisito 8.4 é análise de dados. A organização deve coletar e analisar dados para ajudar a obter melhorias e eliminar as causas reais e potenciais das não-conformidades.

O requisito 8.5 é melhorias. A organização deve continuamente melhorar a eficácia do sistema de gestão da qualidade através da política de qualidade, objetivos da qualidade, resultados de auditorias, análises críticas, análise de dados, ações corretivas e preventivas. A ação corretiva é a eliminação das causas da não-conformidade, evitando sua repetição, enquanto que ação preventiva é a prevenção contra possíveis não-conformidades, de forma a evitar sua ocorrência.

3.4 REQUISITOS DE DOCUMENTAÇÃO

Uma das maiores dificuldades encontradas pelos ceramistas na implementação do sistema de gestão da qualidade é documentar o planejamento e o controle do processo produtivo. A tecnologia e o conhecimento técnico utilizado nas empresas cerâmicas foi adquirido através de ensinamentos de seus antepassados e nunca foram efetivamente escritos ou documentados, ou seja, tudo foi aprendido na prática do dia-a-dia. Sendo assim, a empresa não tem a cultura de fazer anotações e registrar o desempenho do processo. Praticamente todo o fluxo de informações se dá por meio verbal, inclusive alguns empregados, geralmente os mais velhos, não sabem ler ou escrever.

Para uma empresa obter sucesso na implementação do SGQ é essencial o desenvolvimento de documentos de planejamento e controle que sejam adequados à cultura da empresa.

O que é um documento?

Segundo o guia de requisitos de documentação da ISO 9001:2000 (ISO, 2001) os principais objetivos da documentação de uma organização são:

- Comunicação da informação:

a forma que é feita esta transmissão de informações através da documentação é própria da natureza da empresa, do grau de formalidade e dos sistemas de comunicação utilizados.

- Evidenciar a conformidade:

comprovar que o que foi planejado está realmente sendo feito

- Compartilhar conhecimentos:

para preservar e disseminar as experiências da empresa. Um exemplo típico é uma especificação técnica, que pode ser utilizada como base para desenvolvimento de novos produtos.

O requisito 4.2 da norma ISO 9001:2000 cita “documentos podem ser de qualquer forma e tipo de meio de comunicação”. O requisito 3.7.2 da ISO 9000:2000 cita os seguintes exemplos:

- papel;
- magnético;
- eletrônico ou disquete;
- fotografias;
- amostras.

O mesmo guia (ISO, 2001) lista os principais documentos exigidos pela norma ISO 9001:2000:

a) Procedimentos documentados

A norma ISO 9001:2000 exige procedimentos documentados para as seis atividades seguintes:

- controle de documentos (item 4.2.3);

- controle de registros (item 4.2.4);
- auditoria interna (item 8.2.2);
- controle de produtos não-conformes (item 8.3);
- ação corretiva (item 8.5.2);
- ação preventiva (item 8.5.3);

Estes documentos devem ser controlados conforme o item 4.2.3. Além deles, a empresa deve desenvolver procedimentos relativos ao processo de fabricação do produto.

b) Documentos necessários para garantir o planejamento, operação e controle.

Para uma organização demonstrar a efetiva implementação do sistema de gestão da qualidade, é necessário desenvolver outros documentos além dos procedimentos documentados. Os únicos documentos efetivamente mencionados pela norma ISO 9001:2000 são:

- Política da qualidade;
- Objetivos da qualidade;
- Manual da qualidade.

Além disso, a empresa pode agregar valor ao SGQ e demonstrar conformidade através de outros documentos que a norma não especifica, tais como:

- mapas do processo, fluxogramas;
- organogramas;
- especificações;
- instruções de trabalho;
- documentos de comunicação interna;
- programação da produção;
- lista de fornecedores qualificados;
- planos de inspeção;
- planos da qualidade.

c) Registros

Os registros são imprescindíveis para comprovar a implementação do sistema de gestão da qualidade. Exemplos de registros são apresentados na tabela 8.

Tabela 8 - Registros requeridos pela norma NBR ISO 9001:2000 (ISO,2001)

Item	Registro requerido
5.6.1	Análise crítica pela alta direção
6.2.2	Educação, treinamento, habilidade e experiência
7.1	Evidências de que o processo de realização e o produto atendem aos requisitos
7.2.2	Análise crítica dos requisitos relacionados a produtos
7.3.2	Aprovação das entradas de projeto e desenvolvimento
7.3.4	Análise crítica de projeto e desenvolvimento
7.3.5	Verificação de projeto e desenvolvimento
7.3.6	Validação de projeto e desenvolvimento
7.3.7	Controle de alterações de projeto e desenvolvimento
7.4.1	Resultados da avaliação de fornecedores
7.5.3	Identificação do produto visando rastreabilidade
7.5.4	Se qualquer propriedade do cliente for perdida, danificada ou considerada imprópria para uso, deve ser ao cliente e registrada
7.6(a)	Quando não existir padrões de medição internacionais ou nacionais, a base para calibração deve ser registrada
7.6	Registros de resultados de medições anteriores, quando constatar que o dispositivo não está conforme os requisitos
8.2.2	Resultados da auditoria interna
8.2.4	Os registros devem indicar a(s) pessoa(s) indicada(s) a liberar o produto
8.3	Natureza das não conformidades e quaisquer ações subsequentes executadas
8.5.2	Resultados da ação preventiva
8.5.3	Resultados da ação corretiva

A organização é livre para desenvolver outros registros que achar necessário para demonstrar a conformidade dos processos, produtos e do sistema de gestão da qualidade.

CAPÍTULO 4 - PROGRAMA DESENVOLVIDO

4.1 METODOLOGIA

Este estudo surgiu a partir do programa SEBRAE/UFSC de qualificação e certificação de produtos, que foi elaborado com o objetivo de capacitar as empresas fabricantes de telhas e blocos cerâmicos do estado de Santa Catarina.

O trabalho iniciou através de cursos ministrados pelos consultores das duas Instituições responsáveis pelo treinamento. Nestes cursos, foram apresentados aos ceramistas os requisitos necessários para a implementação do sistema de gestão da qualidade.

A seguir foram realizadas visitas às Empresas, onde foram analisadas todas as características do sistema produtivo, através da Lista de Verificação (check-list) desenvolvida pelo organismo certificador (CCB). Foram verificados também outros aspectos como a organização da produção e as condições de trabalho, sendo ao final de cada visita coletada uma amostra composta de 15 elementos para cada tipo de produto a ser analisado. Optou-se pela redução do tamanho da amostra com o intuito de diminuir custos, viabilizando dessa forma o processo.

Estas amostras foram enviadas para o Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, para serem submetidas a ensaios de caracterização física e mecânica do produto acabado.

Participaram desse programa 3 regiões do Estado produtoras de cerâmica vermelha, totalizando 26 empresas, conforme a tabela 9.

Tabela 9 – Relação do número de empresas e regiões estudadas

Nº de empresas	Região	Cidades Incluídas
----------------	--------	-------------------

14	A - Alto e Médio Vale do Itajaí	Rio do Sul, Lontras, Pouso Redondo, Trombudo Central, Presidente Getúlio, Aurora, Agronômica, Timbó, Pomerode, Ascurra, Apiúna.
7	B - Morro da Fumaça e região	Morro da Fumaça, Treze de Maio, Sangão, Jaguaruna, Cocal do Sul, Içara.
5	C - Canelinha e região	Canelinha, Tijucas, São João Batista.

A partir da avaliação inicial realizada através do preenchimento das listas de verificação e da análise dos resultados dos ensaios foram feitos relatórios, os quais foram entregues às empresas, orientando-as como fazer a implementação do sistema de gestão da qualidade e quais as principais ações a serem tomadas.

Após este diagnóstico inicial, foi feito um acompanhamento das empresas pelos consultores, com o objetivo de orientar e avaliar constantemente a implantação do SGQ.

Decorridos 18 meses do início do programa, uma nova avaliação foi realizada. Desta forma, foram realizadas novas verificações com o preenchimento das listas de verificação e através de questionários que foram enviados às empresas. Com isso procurou-se avaliar a evolução das empresas durante este período, quais as principais dificuldades encontradas e os benefícios advindos da implementação do SGQ.

Para avaliar os resultados de ensaio do produto acabado, as amostras foram analisadas estatisticamente através dos seguintes conceitos:

Média aritmética (\bar{x}): soma dos valores do grupo de dados dividido pelo número de elementos do grupo.

$$\bar{x} = \sum \frac{x_i}{n} \quad (I)$$

Variância (s^2): soma dos quadrados dos desvios em relação à média. Estabelece a variabilidade de um conjunto de dados.

$$s^2 = \sum \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (II)$$

Desvio Padrão (s): raiz quadrada da variância.

$$s = \sqrt{\sum \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (\text{III})$$

nota: possui a mesma unidade de medida que a média

Coeficiente de variação (CV): medida relativa da variabilidade, comparando o desvio padrão com a média.

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \quad (\text{IV})$$

nota: é uma medida adimensional

Além disso, são plotados gráficos para facilitar a observação dos resultados e verificar a existência de tendências, comparando-se os diferentes tipos de materiais produzidos.

4.2 AVALIAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO

O sistema produtivo de cada empresa foi analisado através dos itens da lista de verificação, que prevê a atribuição de pontos referentes a cada requisito ou conjunto de requisitos cumpridos pela empresa, segundo os critérios estabelecidos pelo CCB.

Na certificação de produtos de cerâmica vermelha não é exigido o cumprimento integral da lista de verificação, esta deve ser cumprida em 60% do total de requisitos estabelecidos. É importante salientar que algumas verificações admitem interpretações pessoais do avaliador e podem não refletir com exatidão uma avaliação realizada pelo organismo certificador.

A lista de verificação está transcrita no anexo A. Ela é dividida em 9 tópicos, conforme descrito a seguir.

- Sistema da qualidade e responsabilidade da administração:

Trata da estruturação do SGQ, da definição de funções e responsabilidades, da política de qualidade, manual de gestão da qualidade e controle de documentos.

- Procedimento de aquisição :

Avalia a eficácia do sistema de seleção e avaliação de fornecedores

- Matéria-prima:

Avalia o tratamento dado às argilas utilizadas, sua dosagem e o tratamento dado à mistura para deixá-la homogênea e com características adequadas.

- Controle de processo produtivo:

Trata do controle de qualidade executado durante as várias etapas do processo produtivo (extrusão, corte, secagem, queima, etc.).

- Controle de produto acabado:

Verifica se são realizados os ensaios exigidos ao produto acabado, através de equipamentos adequados e calibrados. Avalia se os produtos não conformes são segregados corretamente e se é feito controle estatístico no controle do produto acabado.

- Auditoria:

Verifica se existe uma sistemática para realização de auditorias periódicas.

- Treinamento:

Avalia se existe um plano de treinamento definido pela empresa.

- Assistência técnica:

Analisa a existência e eficácia de assistência técnica preventiva e corretiva.

- Pesquisa e desenvolvimento:

Avalia a participação da empresa em atividades de desenvolvimento de novos produtos, participação em feiras e projetos em parceria com instituições e universidades.

4.3 AVALIAÇÃO DO PRODUTO ACABADO

4.3.1 ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS BLOCOS

Foram realizados os seguintes ensaios para caracterização física e mecânica dos blocos:

Determinação das Dimensões (NBR 7171/1992):

A norma recomenda medir 24 blocos, colocados lado a lado e dividir esta medida por 24 para se obter a dimensão real. No entanto, o procedimento adotado neste trabalho foi medir as dimensões (largura, espessura e altura) de 10 unidades separadamente e calcular a média dos resultados. Desta forma é possível avaliar também a variabilidade nos resultados.

Determinação do desvio em relação ao esquadro (NBR 7171/1992):

Deve-se medir o desvio em relação ao esquadro entre as faces destinadas ao assentamento e ao revestimento do bloco, empregando-se um esquadro metálico e uma régua metálica com graduação de 1 mm. Cada amostra é composta por 5 unidades (ver figura 11).

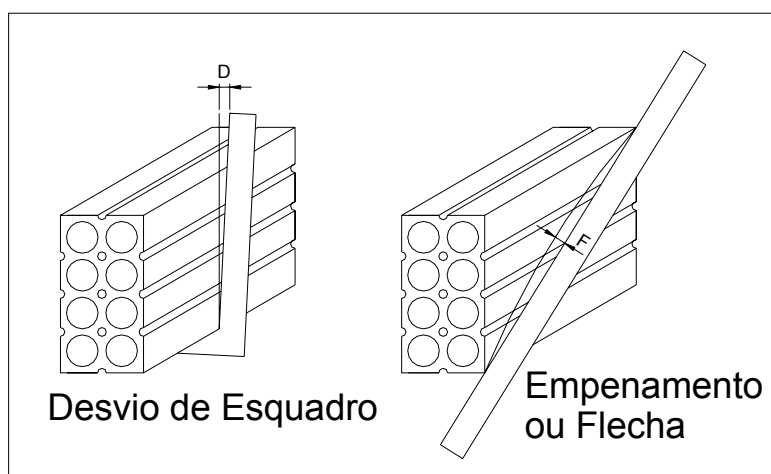


FIGURA 11 – Forma de medição do desvio em relação ao esquadro e planeza das faces (NBR 7171, 1992)

Determinação da planeza das faces (flecha ou empenamento) (NBR 7171/1992):

Consiste em determinar a planeza das faces destinadas ao revestimento através da flecha na região central de sua diagonal, empregando-se réguas metálicas com graduação de 1 mm. Cada amostra é composta por 5 unidades.

Resistência à Compressão (NBR 6461/1983):

Consiste em submeter a peça cerâmica a um esforço de compressão até o seu rompimento, conforme descrição a seguir:

- a) Regularizam-se as faces dos blocos destinadas ao assentamento, cobrindo-as com pasta de cimento. Esta regularização é chamada de capeamento;
- b) Após o endurecimento do capeamento, as unidades são imersas em água durante 24 horas;
- c) As peças são retiradas da água e retira-se o excesso de água com um pano seco;
- d) Procede-se o ensaio de compressão, elevando-se a carga progressivamente até a ruptura da amostra.

A tensão de ruptura é obtida dividindo-se a carga aplicada para o rompimento da peça pela área de contato do bloco com a prensa. Em cada amostra foram rompidos 10 corpos de prova.

Ensaio de absorção de água (NBR 8947/1985):

Este ensaio visa medir a quantidade de água absorvida pelo bloco, realizado através da comparação de sua massa enquanto seca e depois de 2 h submersa em água fervente. São analisadas 3 peças por amostra.

4.3.2 ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DAS TELHAS

Para as telhas foram realizados os seguintes ensaios:

Ensaio de resistência à flexão (NBR 9602/1986):

Primeiramente são feitos filetes de argamassa de cimento e areia nas extremidades inferiores da telha e no centro da face superior (figura 12), regularizando assim as posições de apoio das cargas. A seguir a telha deve ser saturada em água, deixando-a

imersa durante 24 h. Após este período retira-se a peça da água, retira-se o excesso de água e submete-se a peça a uma força mecânica, visando medir sua resistência à flexão (ver figuras 13 e 14). As amostragens são compostas por 10 unidades.



Figura 12 – Preparação das telhas para realização do ensaio de resistência à flexão



Figura 13 – Realização do ensaio de resistência à flexão



Figura 14 – Unidade rompida em ensaio de resistência à flexão

Ensaio de absorção de água (NBR 8947/1985):

Este ensaio visa medir a quantidade de água absorvida pela telha, realizado através de comparação de sua massa enquanto seca e depois de 2 h submersa em água fervente. São analisadas 3 peças por amostra.

Ensaio de empenamento ou flecha (NBR 9601/1986):

Com a telha apoiada em um plano horizontal determina-se o quanto a peça fica separada deste plano, sendo que o limite de tolerância especificado pela norma é de 5 mm. Cada amostra é composta por 3 unidades.

Ensaio de impermeabilidade (NBR 8948/1985):

O ensaio é realizado acoplando-se um tubo de aproximadamente 35 mm de diâmetro, transparente ou translúcido, à região central da telha que é exposta às intempéries, de modo que o tubo fique na posição vertical.

Preenche-se o tubo com uma coluna d'água de 25 cm, deixando em repouso por 24 h, em ambiente coberto e ventilado.

Após 24 horas verificar se houve vazamento, formação de gotas ou aparecimento de gotas de umidade. É permitido o aparecimento de manchas de umidade, mas não a formação de gotas de umidade. São analisadas 3 unidades por amostra.

CAPÍTULO 5 – AVALIAÇÃO INICIAL DAS EMPRESAS

5.1 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO INICIAL DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

A lista de verificação prevê a atribuição de pontos referentes a cada requisito ou conjunto de requisitos cumprido pela empresa. A pontuação foi atribuída de acordo com as informações coletadas junto à empresa e segundo os critérios relacionados pelo CCB. Entretanto, algumas verificações admitem interpretação pessoal do auditor.

Primeiramente, devem ser observados os pesos das categorias. Eles indicam o grau de importância na somatória final dos pontos. A figura 15 mostra que as categorias 3 (matéria-prima), 4 (Controle do processo) e 5 (controle de produto acabado) são mais relevantes na obtenção dos pontos.

Quanto à pontuação obtida em cada categoria, a figura 16 mostra que na média as empresas não atingiram o mínimo de pontos requeridos para certificação (60%). O item de pior desempenho é o 6 (auditoria), isso acontece pois no início do programa as empresas ainda não haviam definido métodos para realizar auditorias e não possuíam pessoal capacitado. Além disso, não existia um planejamento e procedimento definido para a realização das mesmas.

O item com o melhor desempenho entre as empresas pesquisadas é o 3 (matérias-primas), no qual 6 empresas apresentam porcentagem satisfatória (ver tabela 10). O controle da matéria-prima é essencial para a obtenção de um produto de qualidade.

Outra categoria que atingiu uma média de pontos razoável é assistência técnica (acima de 40%), mas a figura 17 mostra que a participação desta categoria tem um peso menor, influenciando pouco no total de pontos.

Apesar disso, nenhuma categoria deve ser deixada de lado, uma vez que o sistema de gestão da qualidade deve contemplar a evolução de todas as categorias em conjunto.

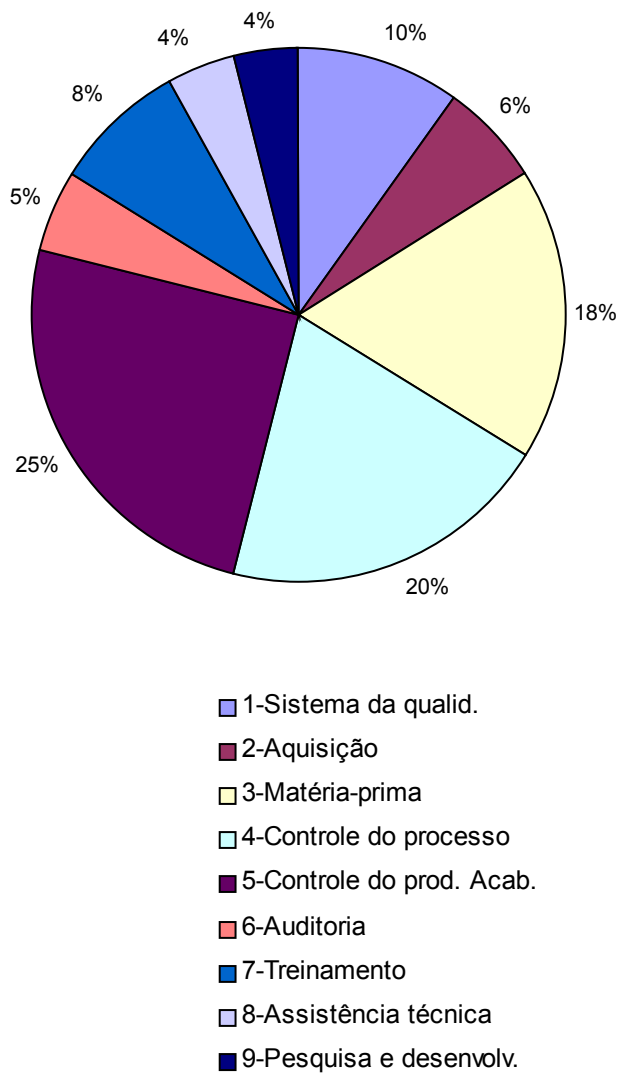


Figura 15 – Distribuição dos pesos das categorias

Tabela 10 – Pontuação alcançada pelas empresas no início do programa (%)

Empresas	Categorias									Pontuação final
	1-Sistema da qual.	2-Aquisição	3-Matéria-prima	4-Controle do processo	5-Controle do produto	6-Auditoria	7-Treinamento	8-Assistência técnica	9-Pesquisa	
A1	40,0	40,0	76,7	52,7	47,1	10,0	20,0	100,0	50,0	50,6
A2	13,3	40,0	76,0	38,5	32,9	20,0	20,0	40,0	40,0	39,1
A3	26,7	46,7	36,0	35,4	32,9	20,0	20,0	40,0	40,0	33,0
A4	33,3	40,0	48,0	29,2	30,7	0,0	20,0	40,0	0,0	31,1
A5	33,3	40,0	76,0	38,5	51,4	0,0	20,0	40,0	40,0	44,8
A6	43,3	40,0	73,3	47,3	50,0	0,0	20,0	50,0	40,0	47,1
A7	13,3	40,0	20,0	27,7	29,3	20,0	20,0	40,0	40,0	26,0
A8	20,0	40,0	52,0	38,5	30,0	20,0	20,0	40,0	40,0	34,8
A9	50,0	40,0	84,0	33,8	35,7	0,0	20,0	50,0	40,0	43,4
A10	33,3	40,0	52,0	32,3	11,4	0,0	20,0	40,0	0,0	27,6
A11	20,0	40,0	20,0	29,2	31,4	20,0	20,0	40,0	40,0	27,5
A12	13,3	40,0	32,0	33,8	32,9	20,0	20,0	40,0	40,0	30,3
A13	13,3	40,0	40,0	27,7	32,1	0,0	20,0	40,0	0,0	27,7
A14	13,3	40,0	48,0	32,3	32,9	0,0	20,0	40,0	0,0	30,2
B1	16,7	40,0	60,0	41,5	41,4	0,0	20,0	50,0	80,0	40,3
B2	20,0	40,0	40,0	43,1	39,3	0,0	40,0	50,0	60,0	37,6
B3	13,3	40,0	32,0	41,5	32,1	0,0	20,0	20,0	40,0	29,8
B4	11,7	40,0	44,0	43,1	32,9	0,0	20,0	40,0	40,0	33,1
B5	16,7	40,0	32,0	49,2	45,7	0,0	20,0	40,0	60,0	36,7
B6	13,3	40,0	36,0	47,7	37,9	0,0	20,0	40,0	40,0	34,0
B7	13,3	40,0	36,0	47,7	35,0	0,0	20,0	40,0	40,0	33,3
C1	30,0	36,7	48,0	31,5	35,0	0,0	35,0	40,0	20,0	34,1
C2	30,0	36,7	36,0	17,7	20,7	0,0	30,0	40,0	40,0	26,0
C3	21,7	26,7	32,0	25,4	19,3	0,0	20,0	40,0	40,0	24,2
C4	18,3	33,3	44,0	20,0	22,9	0,0	30,0	40,0	15,0	26,1
C5	11,7	30,0	20,0	9,2	7,1	0,0	15,0	30,0	10,0	13,0
Média	22,4	38,8	45,9	35,2	32,7	5,0	21,9	42,7	34,4	33,1
min=60%	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Pont. Máx.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Peso	10	6	18	20	25	5	8	4	4	---

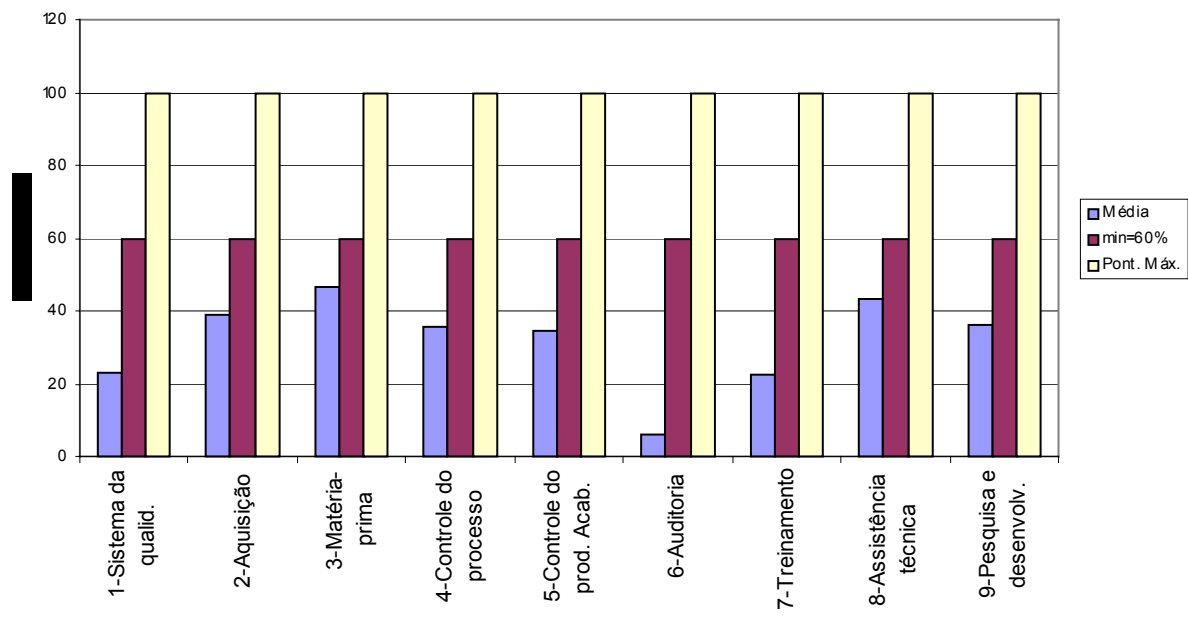


Figura 16 – Desempenho médio das empresas por categoria (sem consideração de pesos)

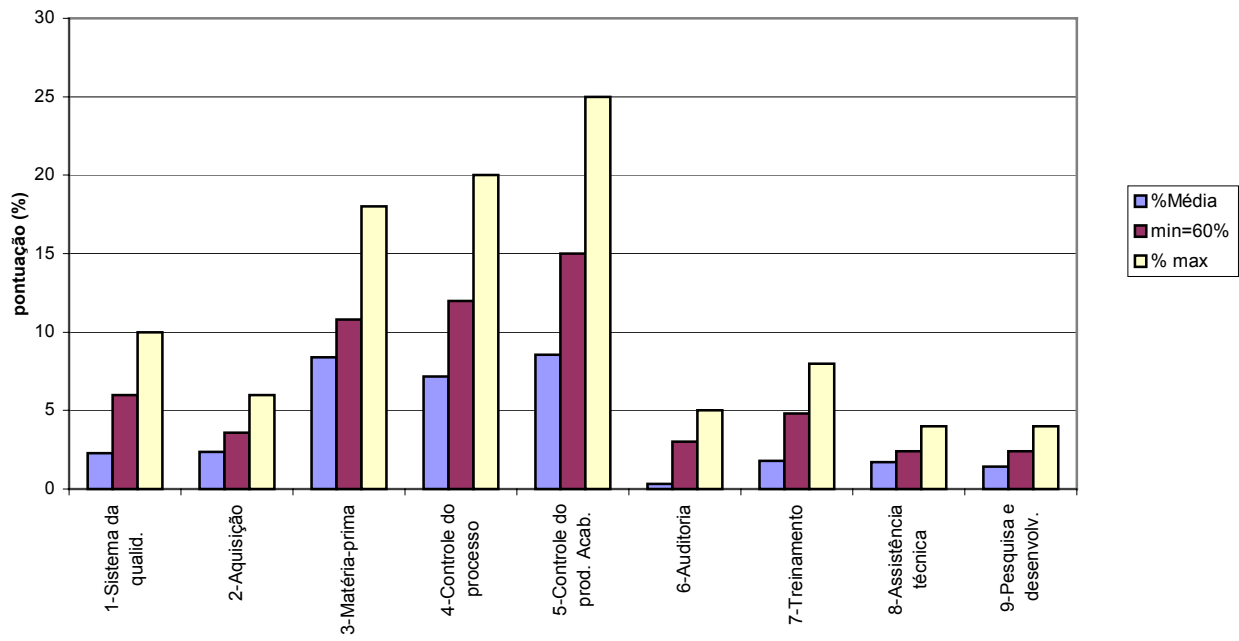


Figura 17 – Desempenho médio das empresas por categoria (considerando pesos)

5.2 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO PRODUTO ACABADO

Os ensaios com o produto acabado foram realizados segundo normas brasileiras específicas para cada classe de produto. As amostras dos produtos foram selecionadas na própria empresa, pelos consultores, e transportadas ao laboratório sob responsabilidade da empresa participante.

Ao todo foram feitas 44 amostragens, sendo 6 de telhas e 38 de blocos. Os resultados foram obtidos através dos ensaios descritos no capítulo 4 e encontram-se detalhados no anexo 3. Neste capítulo é apresentado um resumo dos ensaios, analisando o desempenho das amostras.

5.2.1 AVALIAÇÃO DAS TELHAS

Foram ensaiadas 6 amostras de 4 empresas, sendo cada amostra contendo 15 unidades, totalizando 90 unidades. Os ensaios detalhados são mostrados no anexo 3.

Tabela 11 - Resultados da avaliação das telhas

Nº da amostra	Tipo de material	Absorção d'água (%)	Empenamento	Resistência à flexão (KN)	Peso seco (g)	Impermeabilidade	Resultado
A1A	Telha tipo romana natural	10,86	Ok	3,25	2930	Ok	conforme
A1B	Telha tipo romana esmaltada	9,89	Ok	3,2	2950	Ok	conforme
A3B	Telha tipo francesa natural	17,42	Ok	1,09	2650	Ok	conforme
A6A	Telha tipo romana natural	12,61	Ok	3,59	3075	Ok	Ñ conforme
A6B	Telha tipo romana esmaltada	12,87	Ok	3,97	3010	Ok	Ñ conforme
A9A	Telha tipo francesa natural	18,45 (1)*	Ok	2,3	2497	Ok	Ñ conforme
Média		13,68	---	2,90	2852	---	---
Desvio Padrão		3,49	---	1,05	226,81	---	---
Coeficiente de Variação (%)		25,50	---	36,07	7,95	---	---

* O número entre parenteses indica a quantidade de peças não conformes dentro da amostra

Apesar de 50% das amostras apresentarem não conformidade, a tabela mostra um bom desempenho dos produtos. Em relação ao empenamento e impermeabilidade, todas as unidades estão dentro das especificações da norma.

No quesito resistência à flexão observa-se um desempenho superior das telhas romanas frente às francesas. Isto pode ser explicado pelo fato da telha francesa possuir o formato plano, enquanto a romana é curva, aumentando sua rigidez. As normas também diferenciam a resistência mínima destes dois tipos de telha analisados.

Nos quesitos absorção e peso foram encontrados poucas não-conformidades. Na amostra A9A uma das telhas apresentou absorção acima do permitido para telhas francesas (20%), enquanto que as amostras A6A e A6B apresentaram peso médio um pouco superior ao permitido (3000 g).

Nota-se que não foram feitas avaliações quanto às dimensões. As dimensões apresentadas pela norma não são seguidas à risca pela maioria dos fabricantes, mas o programa de certificação permite a adoção de dimensões diferentes, desde que estejam devidamente especificadas e a variação esteja dentro dos limites estipulados pela norma.

5.2.2 AVALIAÇÃO DOS BLOCOS

Os resultados das avaliações dos blocos podem ser vistos nas tabelas 12 e 13.

As dimensões apresentam grandes variações. A largura varia entre 9 e 15 cm, a altura entre 8 e 20 cm e o comprimento entre 19 e 32 cm. Apenas 6 amostras, entre as 38 estudadas, possuem dimensões padronizadas, citadas pela Norma NBR 7171/1992, sendo que apenas 10 estão de acordo com as especificações declaradas pelos fabricantes. Isso demonstra um certo desconhecimento de normas por parte dos produtores.

A resistência à compressão também apresentou uma variação grande entre as empresas (CV=87,62%) e até mesmo entre corpos de prova da mesma amostra. Apenas 9 amostras apresentaram médias superiores ao limite mínimo estabelecido pela norma (ver figura 18).

A absorção d'água possui variação menor, entre 14,27 e 25,58 %, apresentando coeficiente de variação entre as amostras igual a 15,72 % (ver figura 19). Apenas uma amostra apresentou média fora dos limites estabelecidos pela norma. Além disso, a variação entre unidades da mesma amostra foi pequena (ver anexo 3).

Em relação ao desvio de esquadro e empenamento, apenas 13,2% das amostras apresentaram defeitos.

Já o peso dos blocos varia bastante entre as amostras estudadas. O peso médio encontrado foi de 2,5 Kg e está próximo ao citado pela literatura (2,2 Kg, conforme a ABC, 2002). A massa específica dos blocos cerâmicos não foi analisada, mas estima-se uma baixa variação neste valor.

Tabela 12 - Resultados da avaliação dos blocos (parte1)

Nº da amostra	Tipo de material	Dimensões especificadas (cm)	Classificação	Resistência à compressão (MPa)	Absorção d'água (%)	Desvio de esquadro
A2A	Bloco aparente com furos cilíndricos	15x10x27	especial	2,5	14,27	Ok
A2B	Bloco comum com furos cilíndricos	12x17x23	especial	0,96	15,38	Ok
A3A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x20x20	especial	0,62	20,88	ñ Ok
A4A	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x24	Comum	0,27	16,96	Ok
A4B	Bloco comum com furos cilíndricos	12x17x23,5	especial	0,96	17,05	Ok
A5A	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x25	especial	1,26	19,39	Ok
A5B	Bloco aparente com furos cilíndricos	10x10x26	especial	2,41	19,77	Ok
A7A	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x24	Comum	0,52	19,37	Ok
A8A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x20x20	especial	0,59	17,49	Ok
A8B	Bloco comum com furos cilíndricos	15x20x20	especial	0,61	19,24	ñ Ok
A10A	Bloco comum com furos cilíndricos	9,5x14x23	especial	0,55	22,28	ñ Ok
A10B	Bloco comum com furos cilíndricos	9x13,5x25	especial	0,36	22,84	Ok
A11A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x10x29	especial	2,41	18,62	Ok
A11B	Bloco aparente com furos cilíndricos	10x15x25	especial	3,81	17,21	Ok
A12A	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x26	especial	0,99	19,46	Ok
A13A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x15x25	especial	0,63	21,3	ñ Ok
A14A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x15x20	especial	0,54	22,96	Ok
A14B	Bloco comum com furos cilíndricos	10x20x20	especial	0,44	24,75	Ok
B1A	Bloco comum com furos cilíndricos	12x20x20	especial	0,58	18,39	ñ Ok
B1B	Bloco comum com furos cilíndricos	12x20x20	especial	1,53	15,97	Ok
B2A	Bloco comum com furos cilíndricos	12x15x25	especial	0,48	15,77	Ok
B2B	Bloco aparente com furos cilíndricos	12,5x9x27,5	especial	2,3	16,15	Ok
B2C	Bloco comum com furos cilíndricos	10x15x20	especial	1,02	14,29	Ok
B3A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x15x19	especial	0,38	15,26	Ok
B4A	Bloco comum com furos cilíndricos	12x20x20	especial	0,37	16,91	Ok
B4B	Bloco comum com furos cilíndricos	10x20x20	especial	0,36	14,76	Ok
B5A	Bloco aparente com furos cilíndricos	11,5x8x24	especial	2,76	18,97	Ok
B5B	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x19	Comum	0,48	21,78	Ok
B5C	Bloco comum com furos cilíndricos	12x14x21	especial	0,8	18,48	Ok
B6A	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x19	Comum	0,44	17,8	Ok
B7A	Bloco comum com furos cilíndricos	12x15x24	especial	0,79	18,81	Ok
C1A	Bloco comum com furos retangulares	14x19x29	Comum	1,1	25,58	Ok
C2A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x19x19	especial	0,25	24,87	Ok
C3A	Bloco comum com furos cilíndricos	14x19x29	Comum	0,42	20,8	Ok
C4A	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x25	especial	0,31	23,01	Ok
C4B	Bloco aparente com furos cilíndricos	14x9,5x32	especial	0,87	21,81	Ok
C5A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x15x19	especial	0,53	20,46	Ok
C5B	Bloco comum com furos cilíndricos	11,5x15x19	especial	0,27	20,44	Ok
Média		---	---	0,96	19,20	---
Desvio Padrão		---	---	0,84	3,02	---
Coeficiente de Variação		---	---	87,62	15,72	---

Tabela 13 - Resultados da avaliação dos blocos (parte 2)

Nº da amostra	Tipo de material	Empenamento	Peso seco (g)	largura (mm)	altura (mm)	comprim. (mm)
A2A	Bloco aparente com furos cilíndricos	Ok	1530	152 (0)	100 (0)	271 (0)
A2B	Bloco comum com furos cilíndricos	ñ Ok	1865	119 (1)	172 (1)	230 (1)
A3A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	3145	101 (0)	202 (3)	217 (10)
A4A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2408	95 (10)	142 (4)	249 (10)
A4B	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2875	119 (0)	167 (3)	235 (0)
A5A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2355	90 (0)	140 (0)	245 (9)
A5B	Bloco aparente com furos cilíndricos	Ok	2065	101 (0)	100 (0)	260 (0)
A7A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2428	94 (8)	144 (8)	250 (10)
A8A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	3258	104 (10)	207 (10)	201 (0)
A8B	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	4643	153 (4)	205 (10)	199 (0)
A10A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2020	97 (2)	141 (1)	227 (4)
A10B	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2078	91 (0)	135 (0)	253 (4)
A11A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2292	100 (0)	98 (1)	289 (2)
A11B	Bloco aparente com furos cilíndricos	Ok	2857	101 (0)	148 (0)	246 (7)
A12A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2887	97 (10)	142 (1)	263 (4)
A13A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2715	98 (0)	149 (0)	254 (8)
A14A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2185	100 (0)	150 (0)	201 (1)
A14B	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2762	97 (2)	199 (0)	201 (2)
B1A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2867	118 (0)	196 (5)	197 (4)
B1B	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	3173	119 (0)	196 (6)	195 (10)
B2A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2993	118 (0)	153 (2)	246 (7)
B2B	Bloco aparente com furos cilíndricos	Ok	2635	125 (0)	93 (1)	276 (0)
B2C	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2193	102 (0)	150 (0)	196 (0)
B3A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	1988	104 (9)	152 (1)	193 (4)
B4A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2860	121 (0)	200 (0)	199 (0)
B4B	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2653	103 (2)	201 (0)	200(0)
B5A	Bloco aparente com furos cilíndricos	Ok	1652	116 (0)	78 (0)	243 (3)
B5B	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	1600	91 (0)	138 (0)	183 (10)
B5C	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2192	120 (0)	136 (8)	211 (1)
B6A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	1685	93 (3)	138 (0)	186 (7)
B7A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2748	118 (0)	147 (2)	244 (3)
C1A	Bloco comum com furos retangulares	Ok	3772	136 (6)	193 (5)	290 (0)
C2A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	2252	98 (0)	193 (3)	190 (0)
C3A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	3600	135 (10)	181 (10)	286 (8)
C4A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	1883	90 (0)	137 (4)	250 (0)
C4B	Bloco aparente com furos cilíndricos	Ok	3065	142 (0)	95 (0)	320 (0)
C5A	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	1817	100 (0)	145 (8)	189 (3)
C5B	Bloco comum com furos cilíndricos	Ok	1847	117 (0)	147 (4)	195 (6)
Média		---	2522,18			
Desvio Padrão		---	665,89			
Coeficiente de Variação		---	26,40			

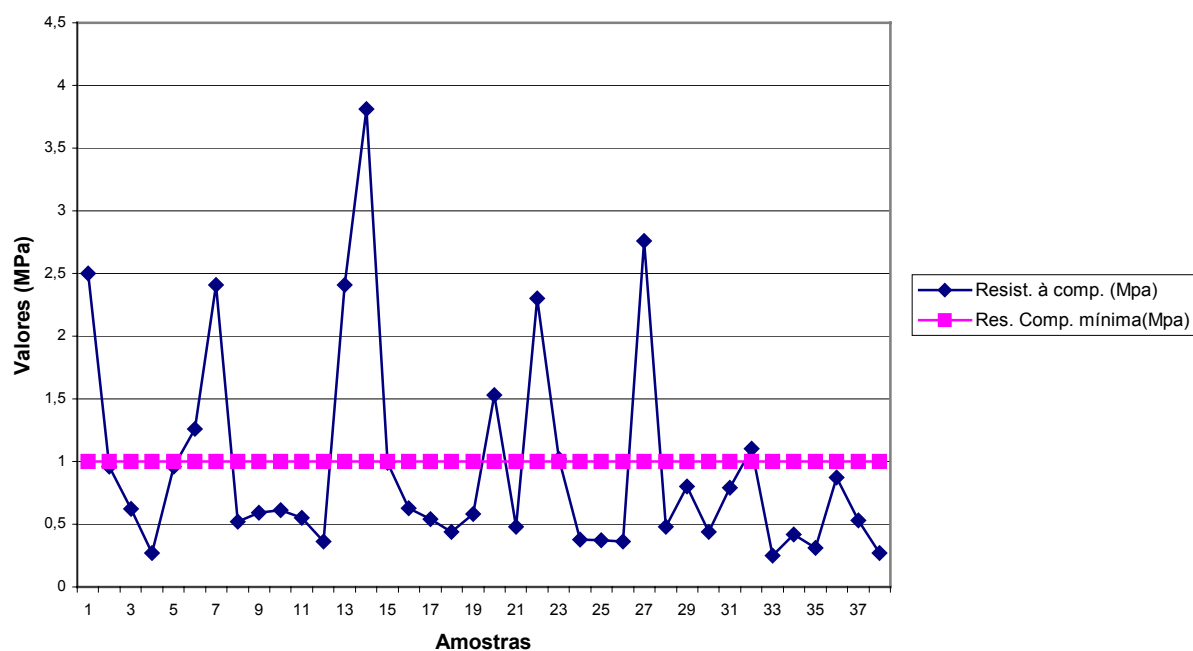


Figura 18 – Gráfico da Resistência à compressão dos blocos

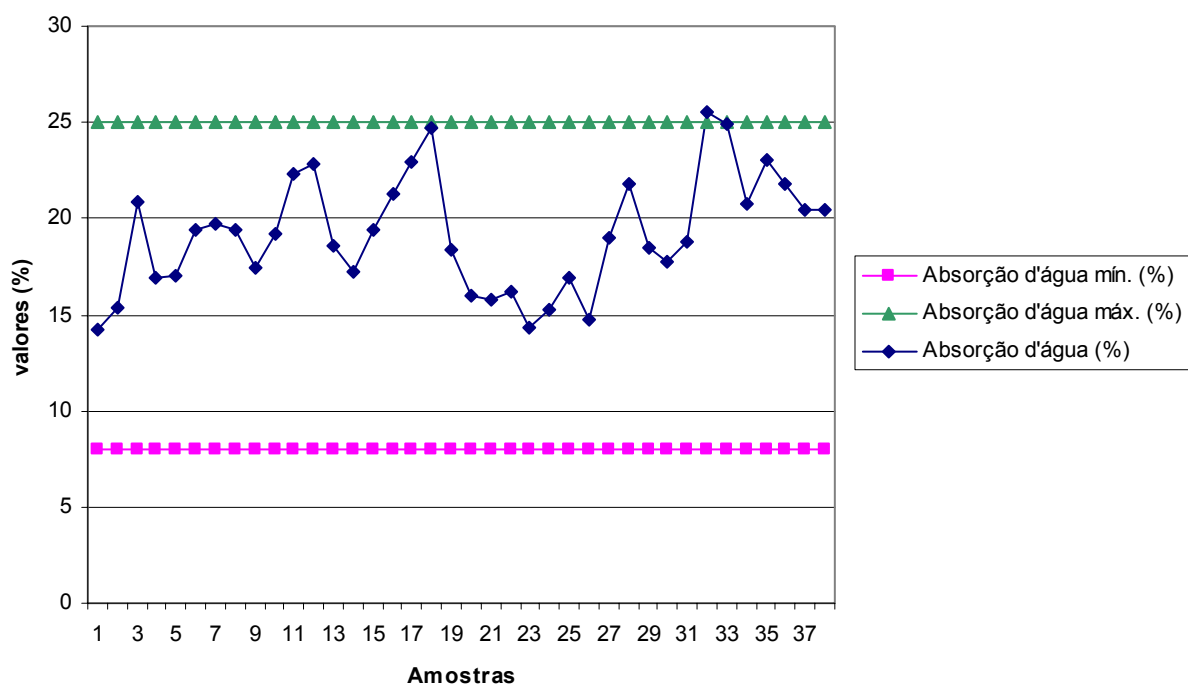


Figura 19 – Gráfico da Absorção de água dos blocos

5.2.3 AVALIAÇÃO POR TIPO DE BLOCO

Os resultados mostram que os blocos aparentes apresentam, em média, desempenho superior aos blocos comuns. A solicitação desse material durante o uso é a principal causa desta diferenciação.

Parte dos ceramistas acreditam que pelo fato do bloco ser revestido e possuir baixo valor unitário, este não necessita de um controle de qualidade em sua fabricação. Enquanto isso, blocos aparentes e telhas cerâmicas ficam expostos às intempéries e ao olho humano, portanto a preocupação com a estabilidade dimensional e aparência são muito maiores.

Essa preocupação com a qualidade dos blocos aparentes se reflete nos ensaios. Esses produtos obtiveram desempenho superior em todos os quesitos, mas a maior diferença é observada em relação à resistência à compressão. As tabelas 17 e 18 mostram que enquanto os blocos comuns apresentaram resistência à compressão média de 0,68 MPa e apenas 15,6% das amostras com médias superiores a 1 MPa, os blocos aparentes apresentaram média de 2,44 MPa e 83,3% das amostras conformes.

Isto se deve também à forma geométrica dos blocos. Os blocos comuns possuem reentrâncias nas laterais que fragilizam a unidade, enquanto que os blocos aparentes possuem as faces laterais lisas (figura 21). Outro fator que prejudica o desempenho do bloco com furos redondos é a presença de pequenos furos na região central do bloco, conforme observado nas figuras 20 e 21.

Foi analisada uma única amostra de blocos comuns com furos retangulares. Esta obteve resultado satisfatório em relação à resistência à compressão, mas alta taxa de absorção de água. Esta única amostra não permitiu que fosse realizada uma comparação entre blocos com furos redondos e retangulares, mas alguns fabricantes estão substituindo os blocos com furos redondos pelos mesmos com furos retangulares, obtendo assim produtos conforme a normalização vigente no que diz respeito à resistência à compressão.



Figura 20 – Forma de ruptura dos blocos comuns

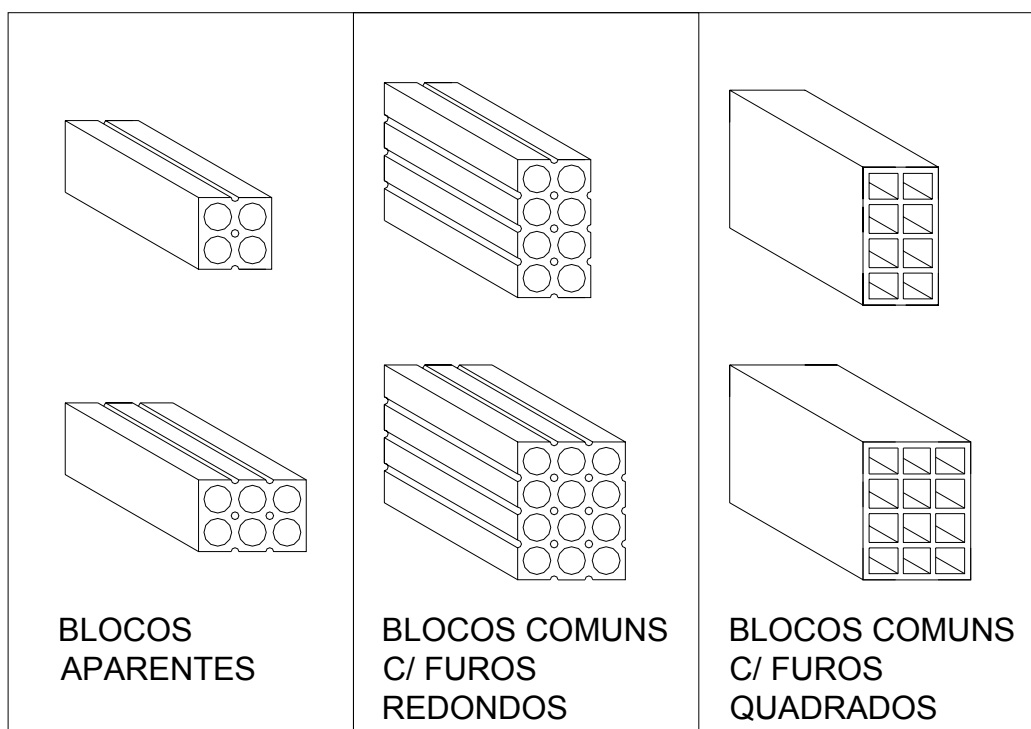


Figura 21 – Design dos blocos

As figuras 22, 23, 24 e 25 apresentam as comparações entre blocos comuns e aparentes relativas às médias de resistência à compressão e absorção de água.

Tabela 14 - Resultados da avaliação dos blocos comuns

Nº da amostra	Tipo de material	Dimensões (cm)	Resistência à compressão	Absorção d'água (%)	Desvio de esquadro	Empenamento	Massa seca (g)	largura (mm)	altura (mm)	comprim. (mm)	Resultado
A2B	Bloco comum com furos cilíndricos	12x17x23	0,96	15,38	Ok	ñ Ok	1865	119 (1)	172 (1)	230 (1)	ñ conforme
A3A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x20x20	0,62	20,88	ñ Ok	Ok	3145	101 (0)	202 (3)	217 (10)	ñ conforme
A4A	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x24	0,27	16,96	Ok	Ok	2408	95 (10)	142 (4)	249 (10)	ñ conforme
A4B	Bloco comum com furos cilíndricos	12x17x23,5	0,96	17,05	Ok	Ok	2875	119 (0)	167 (3)	235 (0)	ñ conforme
A5A	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x25	1,26	19,39	Ok	Ok	2355	90 (0)	140 (0)	245 (9)	ñ conforme
A7A	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x24	0,52	19,37	Ok	Ok	2428	94 (8)	144 (8)	250 (10)	ñ conforme
A8A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x20x20	0,59	17,49	Ok	Ok	3258	104 (10)	207 (10)	201 (0)	ñ conforme
A8B	Bloco comum com furos cilíndricos	15x20x20	0,61	19,24	ñ Ok	Ok	4643	153 (4)	205 (10)	199 (0)	ñ conforme
A10A	Bloco comum com furos cilíndricos	9,5x14x23	0,55	22,28	ñ Ok	Ok	2020	97 (2)	141 (1)	227 (4)	ñ conforme
A10B	Bloco comum com furos cilíndricos	9x13,5x25	0,36	22,84	Ok	Ok	2078	91 (0)	135 (0)	253 (4)	ñ conforme
A11A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x10x29	2,41	18,62	Ok	Ok	2292	100 (0)	98 (1)	289 (2)	conforme
A12A	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x26	0,99	19,46	Ok	Ok	2887	97 (10)	142 (1)	263 (4)	ñ conforme
A13A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x15x25	0,63	21,3	ñ Ok	Ok	2715	98 (0)	149 (0)	254 (8)	ñ conforme
A14A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x15x20	0,54	22,96	Ok	Ok	2185	100 (0)	150 (0)	201 (1)	ñ conforme
A14B	Bloco comum com furos cilíndricos	10x20x20	0,44	24,75	Ok	Ok	2762	97 (2)	199 (0)	201 (2)	ñ conforme
B1A	Bloco comum com furos cilíndricos	12x20x20	0,58	18,39	ñ Ok	Ok	2867	118 (0)	196 (5)	197 (4)	ñ conforme
B1B	Bloco comum com furos cilíndricos	12x20x20	1,53	15,97	Ok	Ok	3173	119 (0)	196 (6)	195 (10)	ñ conforme
B2A	Bloco comum com furos cilíndricos	12x15x25	0,48	15,77	Ok	Ok	2993	118 (0)	153 (2)	246 (7)	ñ conforme
B2C	Bloco comum com furos cilíndricos	10x15x20	1,02	14,29	Ok	Ok	2193	102 (0)	150 (0)	196 (0)	conforme
B3A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x15x19	0,38	15,26	Ok	Ok	1988	104 (9)	152 (1)	193 (4)	ñ conforme
B4A	Bloco comum com furos cilíndricos	12x20x20	0,37	16,91	Ok	Ok	2860	121 (0)	200 (0)	199 (0)	ñ conforme
B4B	Bloco comum com furos cilíndricos	10x20x20	0,36	14,76	Ok	Ok	2653	103 (2)	201 (0)	200(0)	ñ conforme
B5B	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x19	0,48	21,78	Ok	Ok	1600	91 (0)	138 (0)	183 (10)	ñ conforme
B5C	Bloco comum com furos cilíndricos	12x14x21	0,8	18,48	Ok	Ok	2192	120 (0)	136 (8)	211 (1)	ñ conforme
B6A	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x19	0,44	17,8	Ok	Ok	1685	93 (3)	138 (0)	186 (7)	ñ conforme
B7A	Bloco comum com furos cilíndricos	12x15x24	0,79	18,81	Ok	Ok	2748	118 (0)	147 (2)	244 (3)	ñ conforme
C1A	Bloco comum com furos retangulares	14x19x29	1,1	25,58	Ok	Ok	3772	136 (6)	193 (5)	290 (0)	ñ conforme
C2A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x19x19	0,25	24,87	Ok	Ok	2252	98 (0)	193 (3)	190 (0)	ñ conforme
C3A	Bloco comum com furos cilíndricos	14x19x29	0,42	20,8	Ok	Ok	3600	135 (10)	181 (10)	286 (8)	ñ conforme
C4A	Bloco comum com furos cilíndricos	9x14x25	0,31	23,01	Ok	Ok	1883	90 (0)	137 (4)	250 (0)	ñ conforme
C5A	Bloco comum com furos cilíndricos	10x15x19	0,53	20,46	Ok	Ok	1817	100 (0)	145 (8)	189 (3)	ñ conforme
C5B	Bloco comum com furos cilíndricos	11,5x15x19	0,27	20,44	Ok	Ok	1847	117 (0)	147 (4)	195 (6)	ñ conforme
Média		---	0,68	19,42	---	---	2563,72	---	---	---	---
Desvio Padrão		---	0,44	3,06	---	---	671,57	---	---	---	---
Coeficiente de Variação(%)		---	64,78	15,77	---	---	26,19	---	---	---	---

Tabela 15 – Resultados da avaliação dos blocos aparentes

Nº da amostra	Tipo de material	Dimensões (cm)	Resistência à compressão	Absorção d'água (%)	Desvio de esquadro	Empenamento	Massa seca (g)	largura (mm)	altura (mm)	comprim. (mm)	Resultado
A2A	Bloco aparente com furos cilíndricos	15x10x27	2,5	14,27	Ok	Ok	1530	152 (0)	100 (0)	271 (0)	conforme
A5B	Bloco aparente com furos cilíndricos	10x10x26	2,41	19,77	Ok	Ok	2065	101 (0)	100 (0)	260 (0)	conforme
A11B	Bloco aparente com furos cilíndricos	10x15x25	3,81	17,21	Ok	Ok	2857	101 (0)	148 (0)	246 (7)	ñ conforme
B2B	Bloco aparente com furos cilíndricos	12,5x9x27,5	2,3	16,15	Ok	Ok	2635	125 (0)	93 (1)	276 (0)	conforme
B5A	Bloco aparente com furos cilíndricos	11,5x8x24	2,76	18,97	Ok	Ok	1652	116 (0)	78 (0)	243 (3)	conforme
C4B	Bloco aparente com furos cilíndricos	14x9,5x32	0,87	21,81	Ok	Ok	3065	142 (0)	95 (0)	320 (0)	ñ conforme
Média		---	2,44	18,03	---	---	2300,67	---	---	---	---
Desvio Padrão		---	0,95	2,70	---	---	644,32	---	---	---	---
Coeficiente de Variação		---	38,72	14,99	---	---	28,01	---	---	---	---

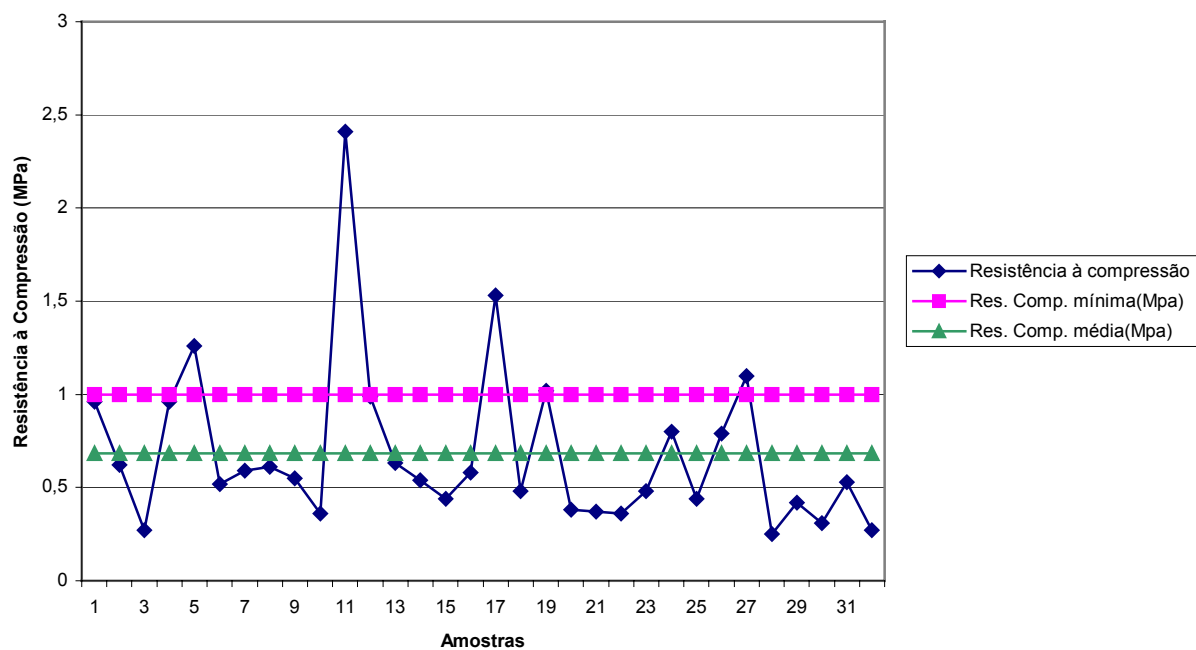


Figura 22 – Gráfico da Resistência à compressão dos blocos comuns

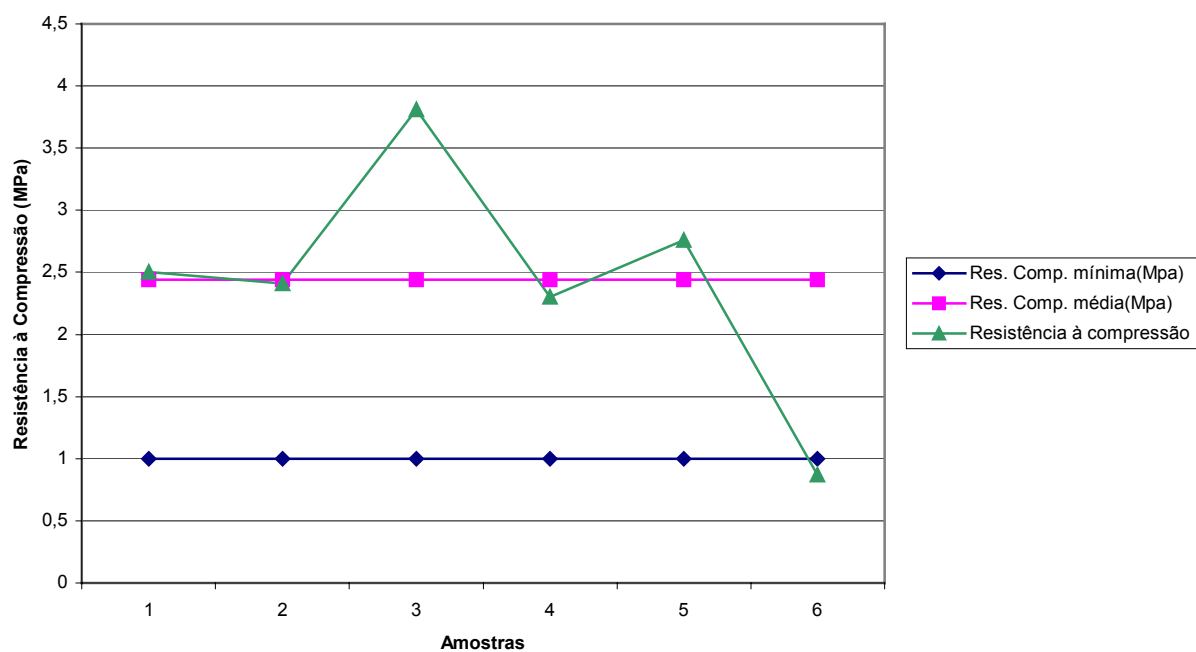


Figura 23 – Gráfico da Resistência à compressão dos blocos aparentes

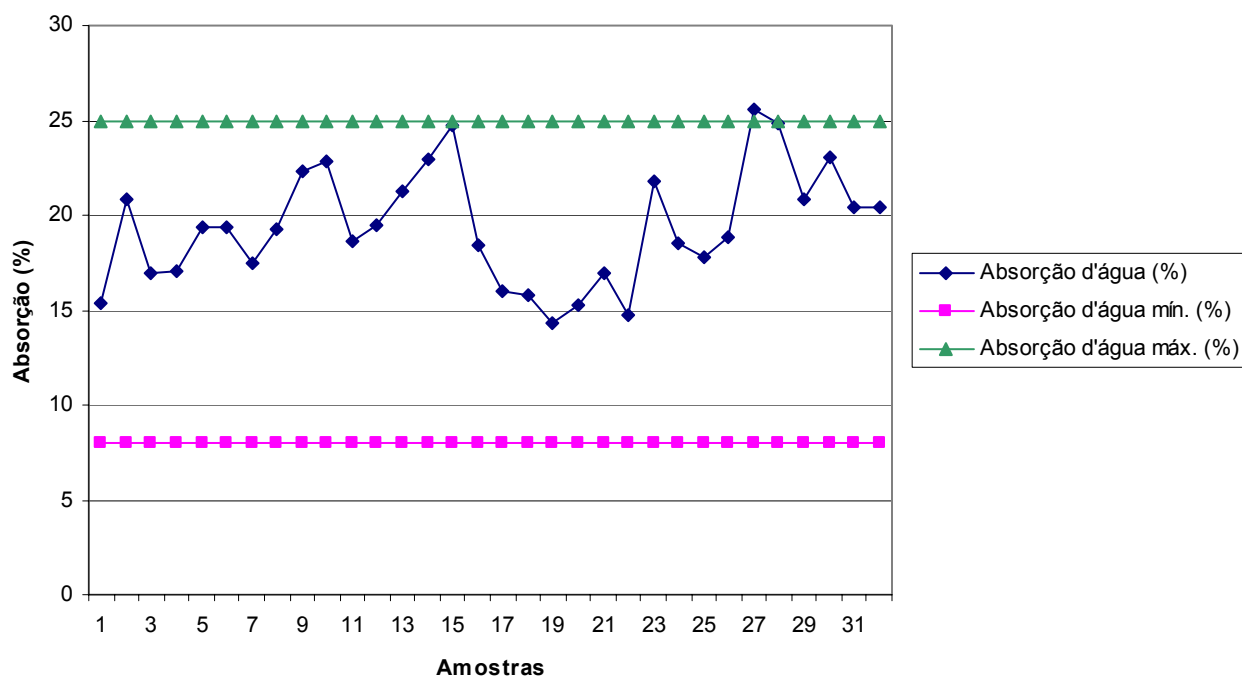


Figura 24 – Gráfico da Absorção de água dos blocos comuns

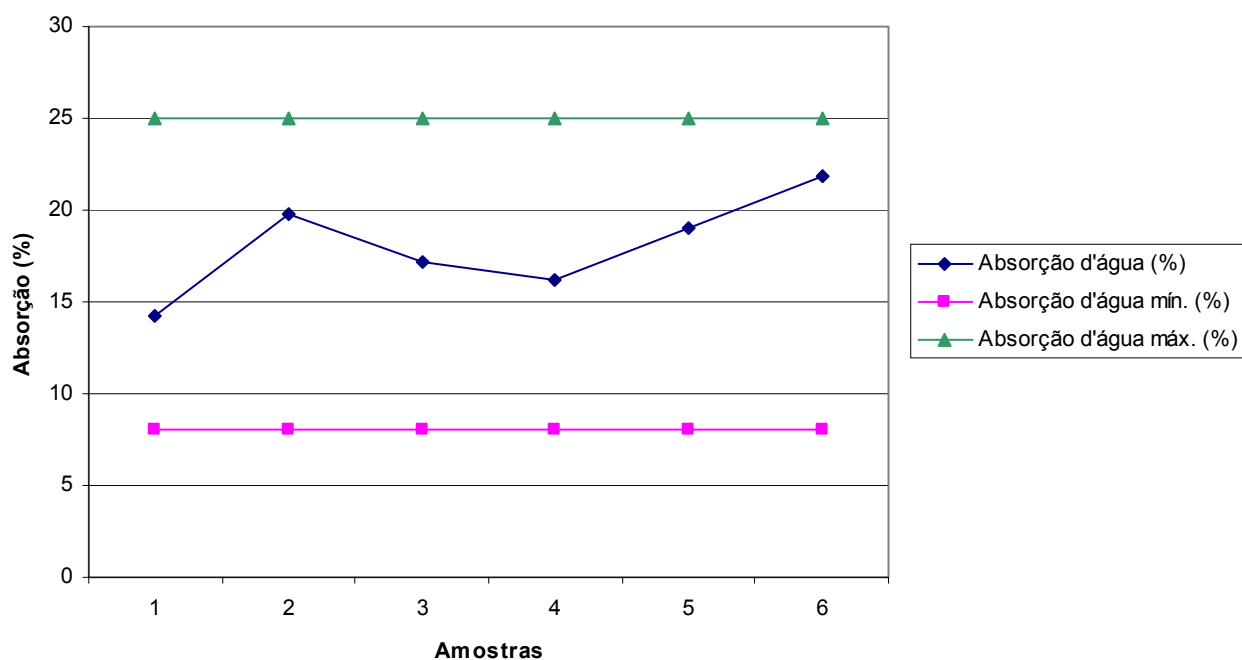


Figura 25 – Gráfico da Absorção de água dos blocos aparentes

5.3 RELATÓRIOS TÉCNICOS

A partir dos resultados obtidos através dos ensaios e listas de verificação, é feito um relatório para cada empresa participante, contendo o diagnóstico e indicando as principais ações que devem ser realizadas para a implementação do sistema de gestão da qualidade.

Neste trabalho a análise feita contempla todas as empresas estudadas, portanto, as ações sugeridas são baseadas na média de pontos alcançados pelas empresas.

De acordo com a representação da figura 16 (pontuação por categorias), observa-se que em média, as empresas apresentaram pontuação abaixo da mínima exigida em todas as categorias (60%). Portanto, as empresas devem recuperar a pontuação em todas as categorias contidas na lista de verificação:

- a) Sistema da Qualidade e Responsabilidade da Administração
- b) Procedimento de Aquisição
- c) Matéria-Prima
- d) Controle de Processo Produtivo
- e) Controle de Produto Acabado
- f) Auditoria
- g) Treinamento
- h) Assistência Técnica
- i) Pesquisa e Desenvolvimento

AÇÕES SUGERIDAS

a) Sistema da Qualidade e Responsabilidade da Administração

Pontuação média obtida: 22,4%

Causa: Grande parte das empresas ainda não implantou um sistema de gestão da qualidade.

Ações:

- Organizar um setor de qualidade: definir responsáveis pela implementação e manutenção do sistema, definir o Representante da Direção.
- Definir a estrutura gerencial da empresa: elaborar um organograma e descrever as funções e responsabilidades de cada gerente ou responsável por setor.
- Estabelecer os objetivos e metas da qualidade e divulgar a Política da Qualidade para colaboradores, fornecedores e clientes.
- Montar um Manual da Qualidade: apresentar a política da qualidade, a estrutura gerencial e descrever o sistema de gestão da qualidade da empresa
- Elaborar um procedimento para controlar os documentos emitidos: como serão elaborados, revisados, aprovados e como será o controle de cópias e arquivamento.
- Revisar o sistema da qualidade periodicamente

b) Processo de Aquisição

Pontuação média obtida: 38,8 %

Causa: A aquisição de materiais é controlada de maneira informal.

Ações:

- Definir uma forma de avaliar e selecionar os fornecedores, com base em: preço, atendimento, histórico, regularidade na entrega, qualidade do material e outros.
- Especificar requisitos para o material fornecido. Ex: prazo de entrega, quantidade e qualidade.
- Formalizar a relação com os fornecedores através de um contrato, ou pedido de compra assinado.

c) Matérias-Primas

Pontuação média obtida: 45,9 %

Causa: Grande parte das empresas não realiza ensaios com a matéria-prima ou mistura. Falta controle do tempo de sazonalidade. Controles são realizados de maneira informal.

Ações:

- Organizar um pequeno laboratório, para ensaios com as matérias-primas. Este laboratório deve dispor de, no mínimo, uma balança, uma estufa, um paquímetro, recipientes com graduação para medir volume de líquidos (béqueres ou provetas), um jogo de peneiras para ensaios de granulometria, réguas e esquadros metálicos.
- Realizar ensaios com as matérias-primas e controle da mistura.
- Manter registros de todos os ensaios e acompanhar alterações de qualidade na matéria-prima. Através deste acompanhamento, adequar a mistura, adição de umidade e eventuais alterações no processo de produção.
- Definir período de descanso/sazonamento da matéria-prima, antes da utilização. Este período deve ser estudado, para promover suficiente homogeneização das características do monte e decomposição de sulfatos e carbonatos, que irá depender da qualidade da matéria-prima extraída.
- Adotar controles para umidade da massa e processo de dosagem e laminação, com registros.

d) Controle do Processo Produtivo

Pontuação média obtida: 35,2 %

Causa: Faltam documentação e procedimentos definidos para o controle do processo e rastreabilidade do produto, procedimentos e registros de manutenção. Em alguns casos as temperaturas de queima não são controladas. Devem ser empregadas ferramentas estatísticas para o controle do processo.

Ações:

- Definir procedimentos de controle e operação para as várias etapas do processo: extrusão, corte, carregamento, secagem, queima, classificação e expedição.

- Disponibilizar instruções aos operadores. Estas instruções devem estar localizadas próximas ao local de operação a que se referem.
- Manter controle da qualidade nas etapas de produção (umidade, dimensões, peso) e das perdas nas diversas etapas do processo (na secagem, na queima).
- Adotar número de lote ou data no produto, acompanhado através de fichas ou registros, que defina quando e sob que condições cada peça foi produzida.
- Instalar termopares nos fornos para controle das temperaturas de queima.
- Estabelecer planos de manutenção de equipamentos a intervalos regulares, com registros e histórico de intervenções e procedimentos constantes do Manual.
- Organizar o ambiente de trabalho.
- Estabelecer itens de controle para a produção e acompanhar através de gráficos de controle.
- Adotar práticas de controle e prevenção de acidentes de trabalho. Deve-se manter um histórico de acidentes ocorridos e os procedimentos de prevenção e socorro devem constar do Manual.
- Estabelecer procedimento para tratamento de refugo, demonstrar o compromisso da empresa com o meio-ambiente.

e) Controle do Produto Acabado

Pontuação média obtida: 32,7 %

Causa: Devem ser realizados ensaios com o produto final, faltam equipamentos para este controle.

Ações:

- Adquirir equipamentos para os ensaios com produtos, previstos em norma. Pode-se, também, utilizar serviços de outras instituições como Centros Tecnológicos, Universidades ou SENAI.
- Todos os equipamentos de laboratório necessitam de calibração e manutenção periódicas, devendo manter-se o histórico de cada regulação nestes equipamentos.

- A produção deve ser inspecionada diariamente através de ensaios por amostras de cada lote. O lote só deve ser liberado como produto certificado caso a amostra ensaiada atenda a todos os requisitos da norma.
- Manter registro de todos os ensaios realizados com os produtos, contendo sempre as informações de origem da amostra (data da coleta, n° do lote, local de coleta, etc.)
- Os lotes rejeitados devem ser separados e identificados. O destino destes lotes deve estar previsto em procedimentos documentados.
- Acompanhar a qualidade do produto acabado através de gráficos de controle e outras técnicas estatísticas (diagrama de Pareto, histogramas).

f) Auditoria

Pontuação média obtida: 5,0 %

Causa: A maioria das empresas ainda não possui procedimento para a realização de auditorias e também não treinou responsáveis para execução de auditorias.

Ações:

- Deve-se planejar e executar auditorias periódicas para avaliar o funcionamento do sistema da qualidade. As auditorias devem ser realizadas por auditores treinados e independentes, isto é, sem responsabilidade direta sobre a área auditada.
- Resultados da auditoria devem ser analisados, identificando problemas, pontos de não-conformidade e apontando causas dos problemas identificados.
- Através da análise dos resultados da auditoria, ações corretivas devem ser tomadas para eliminar as não-conformidades.

g) Treinamento

Pontuação média obtida: 21,9 %

Causa: O treinamento é feito de maneira informal e sem planejamento.

Ações:

- Estabelecer um plano de treinamento para funcionários. Estes devem receber capacitação para exercer suas funções principais, sejam: operação, controle, vendas, atendimento, etc. e orientados como colaboradores do sistema de qualidade da empresa.
- Deve-se avaliar periodicamente a necessidade de reciclagem e atualização dos funcionários, seja da parte administrativa, produção ou setor de qualidade.
- Os procedimentos para o planejamento e execução do treinamento devem também constar ou serem referenciados no Manual da Qualidade.
- Manter registros dos treinamentos efetuados.

h) Assistência Técnica

Pontuação média obtida: 42,7 %

Causa: A assistência técnica é feita de maneira informal.

Ações:

- Elaborar um folder ou catálogo com informações sobre o produto, forma correta de utilização e telefone para reclamações e sugestões.
- Estabelecer procedimentos para atendimento ao cliente, tratamento de reclamações e informações sobre o produto.
- Definir uma forma de avaliar o grau de satisfação do cliente.

i) Pesquisa e Desenvolvimento

Pontuação média obtida: 34,4 %

Causa: Poucas empresas possuem registros de atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Ações:

- Manter comprovantes de participações em feiras e congressos.
- Participar de projetos de pesquisa com universidades e instituições de pesquisa.
- Registrar todas as inovações em produtos desenvolvidas pela empresa.

CAPÍTULO 6 - AVALIAÇÃO FINAL DAS EMPRESAS

A implantação do sistema de gestão da qualidade numa empresa de cerâmica vermelha depende de uma série de fatores, entre os principais podemos citar:

- Envolvimento da alta direção;
- Disponibilidade de recursos para treinamento dos colaboradores;
- Disponibilidade de recursos para contratação de técnico em cerâmica ou formação do mesmo dentro da empresa;
- Mudança de cultura da empresa, conscientizando os colaboradores da importância da qualidade e satisfação do cliente.

O programa de capacitação surtiu efeitos diferentes entre as empresas participantes. Algumas empresas tiveram dificuldades na implantação, geralmente em função da forma de pensar da alta direção, que adota uma postura conservadora, ou seja, os donos ou diretores das empresas avaliam que apesar do produto não cumprir a norma e de seus altos índices de desperdício, o produto é aceito pelo mercado e os lucros são satisfatórios.

Outro motivo apresentado para não investir em qualidade é o baixo preço do produto. Segundo esses empresários, não adianta melhorar a qualidade dos produtos se o preço continuará em baixa.

Enquanto isso, outras empresas com um perfil mais inovador, absorveram os conhecimentos difundidos através do programa de certificação e buscaram adequar a empresa a uma nova realidade.

A organização da empresa e do processo, a inclusão de procedimentos e controles sobre as diversas etapas do processo de fabricação e a avaliação do produto acabado fez com que, mesmo sem o sistema de gestão da qualidade 100% implementado, as empresas empenhadas obtivessem resultados satisfatórios, viabilizando o investimento realizado e compensando as dificuldades encontradas.

Passados 18 meses do início do programa, a situação apresentada pelas empresas foi a seguinte:

Entre as 14 empresas da região A, que foi a primeira a iniciar o processo, 7 empresas estavam adiantadas na implantação do SGQ, sendo que apenas uma encontrava-se certificada. Entre as 7 restantes, 3 desistiram de implementar e 4 ainda não obtiveram uma evolução significativa, mas estavam buscando aos poucos a melhoria de seus processos e produtos.

Na região B, entre as 7 empresas que iniciaram o programa, 3 empresas alcançaram avanços significativos na implementação do SGQ e estavam próximas de requisitar a certificação, uma desistiu e as 3 restantes estavam buscando a melhoria do processo, mas de forma lenta, portanto, evoluíram muito pouco em relação à situação inicial.

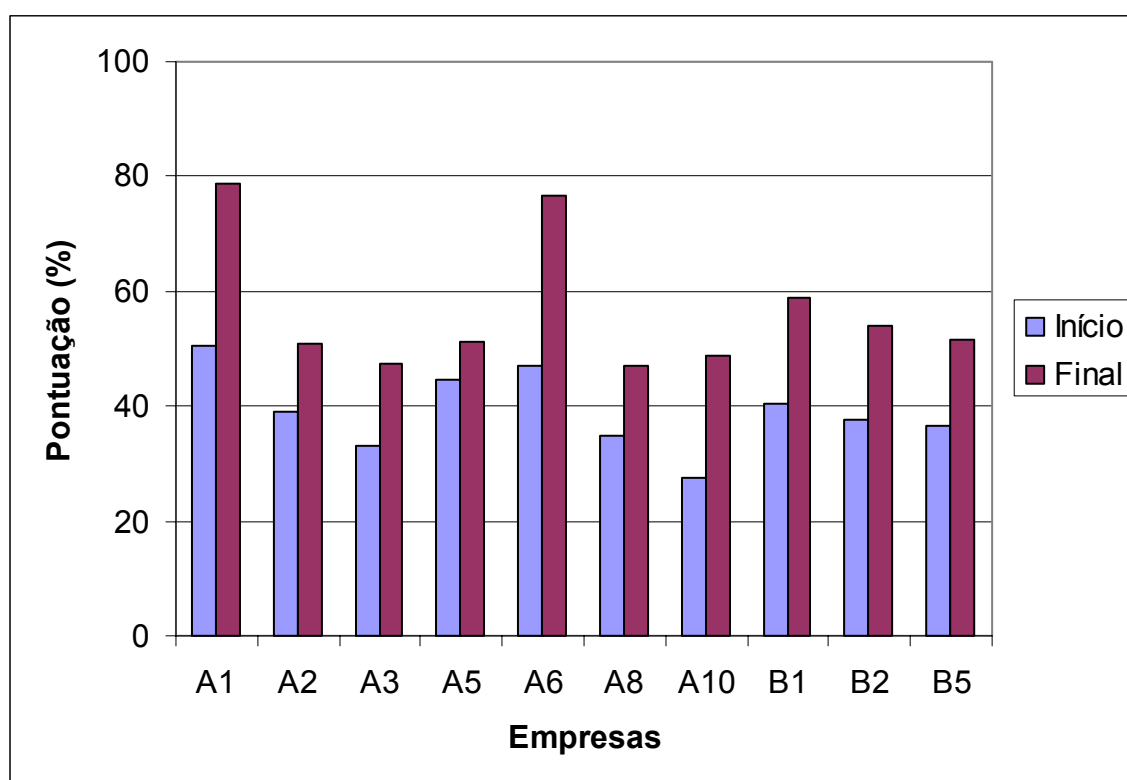
Na região C, houve um atraso no início do programa, com isso, as 5 empresas avaliadas ainda estavam na fase inicial da implementação do SGQ.

Portanto, entre as 26 empresas que iniciaram o programa, uma obteve a certificação e 9 estavam próximas de requisitar a certificação, 4 desistiram e 12 estavam ainda iniciando a implementação do SGQ.

Dentro deste contexto, foram realizadas novas avaliações destas 10 empresas que avançaram de forma significativa no processo, através da lista de verificação utilizada pelo organismo certificador (ver anexos 1 e 2). A tabela 16 apresenta a nova pontuação obtida pelas empresas.

Tabela 16 – Pontuação das empresas na avaliação final (%)

Categorias	Empresas										Pesos
	A1	A2	A3	A5	A6	A8	A10	B1	B2	B5	
1-Sistema da qualid.	76,6	55,0	46,7	50,0	83,3	48,3	43,3	82,0	62,0	57,0	10
2-Aquisição	73,3	50,0	46,7	43,3	53,3	46,7	46,7	60,0	53,0	70,0	6
3-Matéria-prima	80,0	58,3	51,7	61,7	86,6	51,7	58,3	58,0	58,0	50,0	18
4-Controle do processo	78,2	57,7	50,8	60,0	83,6	49,2	50,8	62,0	61,0	63,0	20
5-Controle do prod. Acab.	80,0	49,3	52,8	51,4	85,7	52,1	52,1	51,0	47,0	48,0	25
6-Auditoria	80,0	30,0	30,0	30,0	40,0	30,0	30,0	60,0	50,0	10,0	5
7-Treinamento	80,0	35,0	35,0	35,0	40,0	35,0	35,0	50,0	40,0	40,0	8
8-Assistência técnica	100,0	50,0	40,0	45,0	100,0	35,0	50,0	50,0	50,0	35,0	4
9-Pesquisa e desenvolv.	60,0	40,0	35,0	40,0	50,0	40,0	45,0	60,0	60,0	75,0	4
Pontuação Final	78,9	50,7	47,5	51,2	76,5	47,0	48,9	59,0	53,9	51,5	---

**Figura 26 – Gráfico mostrando a evolução das empresas na pontuação dos check-lists**

Através da figura 26 observa-se a evolução das empresas, comparando a pontuação da lista de verificação obtida no início e no final do programa.

Observa-se que apenas 2 empresas atingiram a pontuação mínima. Estas duas empresas que se destacaram são fabricantes de telhas, que já na avaliação inicial mostraram bom desempenho, tanto na pontuação dos check-lists como nos ensaios de caracterização do produto acabado.

As outras 8 empresas, que são fabricantes de blocos, apresentaram pontuação média próxima a 50%, restando apenas alguns ajustes para atingir o patamar mínimo exigido igual a 60%.

A média de pontos alcançada pelas 10 empresas passou de 39,2% para 56,5%, ou seja, houve um acréscimo de 44,1% na pontuação obtida.

Para complementar o estudo, foram enviados questionários para estas 10 empresas que apresentaram evolução na implantação do SGQ, visando analisar os resultados obtidos neste período e o nível de satisfação dos ceramistas. Entre os 10 questionários enviados, apenas 4 retornaram respondidos, estes estão apresentados nas tabelas 17, 18, 19 e 20.

Tabela 17 – Evolução da empresa A2

Características	Início	Atual
Produção mensal (nº de peças)	1.000.000	1.800.000
Nº de funcionários	72	81
Perdas	Sem controle	+ou- 4 %
Custo de produção (R\$)	Sem controle	Não divulgado
Preço de venda (R\$)	Menor que o atual	1,25 x Custo da produção
Satisfação dos clientes	Boa	Boa
Satisfação dos colaboradores	Boa	Boa
Resistência à compressão	< 1MPa	> 1 MPa
Absorção d`água	variável	+ou- 16 %
Desvio de esquadro	variável	Ok
Planicidade	variável	Ok
Dimensões	Sem padronização	padronizadas
Espessura das paredes	variável	> 7 mm
Principais vantagens advindas da implantação do sistema	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecimento total dos custos - Melhoria da qualidade do produto - Menor desperdício - Implantação de novas técnicas 	
Principais desvantagens advindas da implantação do sistema	Nenhuma	

Tabela 18 – Evolução da empresa A5

Características	Início	Atual
Produção mensal (nº de peças)	1.150.000	1.450.000
Nº de funcionários	90	90
Perdas	---	< 1%
Custo de produção (R\$)	82,95	148,72
Preço de venda (R\$)	136,89	166,05
Satisfação dos clientes	Boa	Ótima
Satisfação dos colaboradores	Boa	Ótima
Resistência à compressão	> 1 MPa	> 1 MPa
Absorção d' água	< 20 %	< 20 %
Desvio de esquadro	Ok	Ok
Planicidade	Ok	Ok
Dimensões	Ok	Ok
Espessura das paredes	variável	> 7 mm
Principais vantagens advindas da implantação do sistema	- Aumento da produtividade - Melhoria da qualidade do produto - Diminuição das perdas no processo	
Principais desvantagens advindas da implantação do sistema	Nenhuma	

Tabela 19 – Evolução da empresa B1

Características	Início	Atual
Produção mensal (nº de peças)	800.000	1.000.000
Nº de funcionários	38	43
Perdas	Sem controle	+ou- 8 %
Custo de produção (R\$)	Não divulgado	Não divulgado
Preço de venda (R\$)	186,00	180,00
Satisfação dos clientes	Regular	Boa
Satisfação dos colaboradores	Regular	Boa
Resistência à compressão	1 MPa	3,5 MPa
Absorção d'água	16 a 18%	16 a 18%
Desvio de esquadro	+ou- 1 mm	+ou- 1 mm
Planicidade	+ou- 1 mm	+ou- 1 mm
Dimensões	irregulares	Constantes
Espessura das paredes	> 7 mm	> 7 mm
Principais vantagens advindas da implantação do sistema	- Organização da empresa, em todos os níveis, desde a administração até a produção - Melhoria do processo	
Principais desvantagens advindas da implantação do sistema	Nenhuma, mas houve muita dificuldade no treinamento dos colaboradores, principalmente em relação ao preenchimento de registros de controle do processo.	

Tabela 20 – Evolução da empresa B5

Características	Início	Atual
Produção mensal (nº de peças)	500.000	500.000
Nº de funcionários	19	19
Perdas	Grandes	Pequenas
Custo de produção (R\$)	Alto	Menor
Preço de venda (R\$)	Baixo	O mesmo
Satisfação dos clientes	Boa	Ótima
Satisfação dos colaboradores	Baixa	Boa
Resistência à compressão	<1 MPa	=ou- 1 MPa
Absorção d' água	Ok	Ok
Desvio de esquadro	Ok	Ok
Planicidade	Ok	Ok
Dimensões	De acordo com o mercado	Padronizadas
Espessura das paredes	< 7mm	> 7mm
Principais vantagens advindas da implantação do sistema	- Relação com os colaboradores - Controle do processo	
Principais desvantagens advindas da implantação do sistema	Nenhuma, mas houve muita resistência dos colaboradores em relação ao preenchimento de registros de controle do processo.	

Entre os aspectos observados nas tabelas acima, podemos citar:

- Houve um aumento da produção proporcionalmente maior que o aumento de número de funcionários, ou seja, aumentou o número de unidades produzidas por funcionário;
- Os produtos se adequaram à normalização vigente;

- O índice de desperdício passou a ser controlado, a etapa seguinte é estipular metas para diminuir esse índice;
- As empresas passaram a ter controle total sobre os custos envolvidos, mas o preço de venda apresentou comportamentos diferentes dependendo da região. Na região A houve aumento no preço, enquanto que na região B os preços não acompanharam a melhoria de qualidade do produto. Isso se deve às características específicas da concorrência e do mercado consumidor de cada região estudada.

Além das vantagens apontadas, tais como a diminuição de perdas e controle sobre o processo, houve um aumento na satisfação de clientes e colaboradores. As empresas que avançaram na implementação afirmam que os resultados obtidos viabilizam os investimentos realizados e pretendem dar prosseguimento na implementação do sistema de gestão da qualidade.

CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 CONCLUSÕES

a) Avaliação Inicial

A avaliação inicial mostrou que nenhuma das empresas estudadas atendia aos requisitos necessários para a certificação, uma vez que a pontuação atingida nas listas de verificação situou-se abaixo da mínima exigida. Estas verificações mostraram diferenças significativas na infra-estrutura e no controle do processo, sendo que, de maneira geral as empresas fabricantes de blocos aparentes e telhas apresentaram melhor infra-estrutura que os fabricantes de blocos comuns, com utilização de equipamentos mais modernos e adoção de alguns procedimentos de controle.

Os resultados dos ensaios de produto acabado foram os seguintes:

- Blocos comuns: 6,25% estavam conformes, entre 32 amostras realizadas;
- Blocos aparentes: 66,67% estavam conformes, entre 6 amostras realizadas;
- Telhas: 50% estavam conformes, entre 6 amostras realizadas;
- Total de 44 amostras: 20,4% estavam conformes.

Portanto, os ensaios também indicaram melhor desempenho das telhas e blocos aparentes, enquanto que os blocos comuns apresentaram resultados insatisfatórios em relação às especificações da norma.

b) Avaliação Final

Os resultados obtidos na avaliação final mostrou que apenas 10 empresas avançaram significativamente na implementação do SGQ, do total de 26 que iniciaram o processo. O estudo destas empresas aponta um aumento médio de 44,1% na pontuação da lista de verificação, sendo que duas empresas atingiram o patamar mínimo requerido pela certificadora (60%).

Estes dados mostram que a implementação de um SGQ dentro de uma empresa de cerâmica vermelha não é uma tarefa simples, tendo em vista a realidade encontrada nas empresas do setor.

O principal obstáculo encontrado é a administração da empresa, ligada à tradição familiar, que entre outras características, apresenta forte resistência a mudanças e intervenções externas. A conscientização e motivação da administração constitui, portanto, num requisito fundamental para a introdução do sistema de gestão.

Apesar do quadro apresentado, as empresas engajadas na implementação do SGQ apresentaram resultados bastante positivos.

Os questionários preenchidos pelos responsáveis dessas empresas apontam que os principais benefícios trazidos pela implementação do SGQ são:

- aumento da produtividade;
- melhor qualidade do produto final e sua adequação às normas;
- controle dos desperdícios e dos custos envolvidos.

Nestes questionários não foram citadas desvantagens advindas do processo de certificação, mas são citadas algumas dificuldades encontradas, principalmente as relacionadas à gestão dos recursos humanos, tais como a conscientização, motivação e treinamento de todos os colaboradores envolvidos com o processo de produção.

7.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Diversos aspectos foram identificados como merecendo aprofundamento em futuros estudos, dentre os quais podemos citar:

- Levantamentos das experiências de empresas do setor de cerâmica vermelha que possuem a certificação do produto e estão buscando melhorias continuamente;
- Estudos sobre recursos humanos em empresas de cerâmica vermelha, abordando aspectos tais como cultura, comunicação, motivação, comportamento, etc.;
- Avaliação e discussão das normas para produto cerâmico existentes, procurando adequá-las à realidade atual da construção civil brasileira;
- Avaliação da implementação de sistemas de gestão da qualidade em empresas fabricantes e fornecedores de outros materiais de construção, tais como: blocos e telhas de concreto, argamassas industrializadas, revestimentos, etc.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7171 – Bloco cerâmico para alvenaria.** Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 6461 – Bloco cerâmico para alvenaria – Verificação da Resistência à Compressão.** Rio de Janeiro, 1983.

_____. **NBR 6462 – Telha Cerâmica Francesa - Determinação da Carga de Ruptura à Flexão - Método de Ensaio.** Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 7171 – Bloco cerâmico para alvenaria – Especificação.** Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 7172 – Telha Cerâmica Tipo Francesa – Especificação.** Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 8038 – Telha Cerâmica Francesa – Formas e Dimensões – Padronização.** Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 8042 – Bloco cerâmico para alvenaria – Formas e Dimensões.** Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 8947 – Telha Cerâmica - Determinação da Massa e da Absorção de Água – Método de Ensaio.** Rio de Janeiro, 1985.

_____. **NBR 8948 – Telha Cerâmica – Verificação da Impermeabilidade – Método de Ensaio.** Rio de Janeiro, 1985.

_____. **NBR 9598 – Telha Cerâmica de Capa e Canal Tipo Paulista - Dimensões – Padronização.** Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 9599 – Telha Cerâmica de Capa e Canal Tipo Plan - Dimensões – Padronização.** Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 9600 – Telha Cerâmica de Capa e Canal Tipo Colonial - Dimensões – Padronização.** Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 9601 – Telha Cerâmica de Capa e Canal – Especificação.** Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 9602 - Telha Cerâmica de Capa e Canal - Determinação da Carga de Ruptura à Flexão – Método de Ensaio.** Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 13582 - Telha Cerâmica tipo romana - Especificação.** Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR ISO 9000 – Sistemas de gestão da qualidade – termos e definições.** Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR ISO 9001 – Sistemas de gestão da qualidade – requisitos.** Rio de Janeiro, 1996.

ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C34-93: Standard specification for structural clay load-bearing wall tile.** Philadelphia, 1993.

_____. **ASTM C56-93: Standard specification for structural clay non-load-bearing wall tile.** Philadelphia, 1993.

_____. **ASTM C62-92C: Standard specification for building brick.** Philadelphia, 1992.

_____. **ASTM C67-94: Standard Method of sampling and testing brick and structural clay tile.** Philadelphia, 1994.

_____. **ASTM C652-94: Standard specification for hollow brick.** Philadelphia, 1994.

_____. **ASTM C1167: Standard specification for clay roof tiles.** Philadelphia, 1994.

ABIKO, A.K. A influência do formato dos blocos cerâmicos em sua resistência mecânica. **Revista Cerâmica**, São Paulo, nº 170, p. 61-68, fevereiro, 2002.

ABC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. **Anuário Brasileiro de Cerâmica 2002.** São Paulo: 2002. 194p.

ANICER – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA. **Blocos Cerâmicos - Manual técnico.** Porto Alegre: 2000. 4p. (a)

ANICER – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA. **Telhas Cerâmicas - Manual técnico.** Porto Alegre: 2000. 4p. (b)

BSI – BRITISH STANDARD INSTITUTION. **BS 3921: British Standard Specification for clay bricks.** Londres: BSI, 1985

CAVALHEIRO, O. P. Considerações sobre alvenaria resistente de tijolos e blocos cerâmicos de vedação. In: III SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 1991, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 1991.

FERREIRA, C.C; SOARES, J.M.D; CORREA, E. Avaliação das dimensões de produtos de cerâmica vermelha produzidos em Santa Maria - RS. In: 46º CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABC, 2002.

FRANCO, L.S. Tecnologia dos processos construtivos de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos. **Anais EPUSP, Ser. A, Pt. 5.** São Paulo, p. 65-76, 1988.

GCI CLAY ROOF TILES. **Tecnical Report - Compliance with Relevant Standards.** Disponível em <<http://www.goldenclay.com/tilespecs.html>> Acesso em: 18 out. 2002.

GESICKI, A.L.D.; BOGGIANI, P.C.; SALVETTI, A.R. Panorama produtivo da indústria de cerâmica vermelha em Mato Grosso do Sul. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, nº 7, janeiro/fevereiro, 2002

GOODSON, F. J. **Clay Preparation and Shaping**. London: British Ceramic Research Association, 1962.

GRIMMER, A.; WILLIAMS, P. K. **A brief history of clay roofing tile**. Disponível em: <<http://www.mca-tile.com/history>> Acesso em: 23 mar. 2002.

JOBIM, M.S.S.; FORMOSO, C.T.; ABITANTE, A.L.R. **Principais problemas enfrentados pelas empresas de construção do Rio Grande do Sul com relação à qualidade dos materiais e componentes**. Porto Alegre: FIERGS, 1999. 35 p.

HENNETIER, L.; CORREIA, A.S. Eflorescências nos materiais cerâmicos de construção. **Revista Kéramica**, Portugal, nº 247, 2001.

IPT. Blocos Cerâmicos: Fora de forma. **Revista Técnica**, São Paulo, Ed. Pini, nº 10, p. 64-66 maio/junho, 1994.

ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Ed. Campos, 1993.

LANGHANS, C.L. Análise do setor industrial de cerâmica vermelha no Rio Grande do Sul. In: 35º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte. ABC, 1991.

LATTES, G. Em busca da produtividade. **Revista Mundo Cerâmico**. São Paulo, Ano II, Número 12-A, 1994.

MARANHÃO, M. **ISO série 9000: manual de implementação – versão 2000**. 6ª edição. Rio de Janeiro, Ed. Quality Mark, 2001

MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S.A. **O setor da cerâmica vermelha no Paraná.** Curitiba: IPARDES, 1997.

NORTON, F.H. **Introdução à tecnologia cerâmica.** Tradução de Jefferson Vieira de Souza. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. Título original: Elements of ceramics

OLIVEIRA, S. M. **Avaliação de blocos e tijolos cerâmicos do estado de Santa Catarina.** 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

OLIVEIRA, S.M.; ROMAN, H.R.. Avaliação e uso de blocos cerâmicos nos estados da Bahia e Santa Catarina. In: 5TH INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 1994, Florianópolis. **Anais....** Florianópolis: UFSC, 1994.

PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat. **Textos sobre a implementação do PBQP-H.** Disponível em <<http://www.pbqp-h.gov.br>> Acesso em: 20 mar. 2002.

PICHI, F.A. **Sistemas da Qualidade: Uso em Empresas de Construção de Edifícios.** 1993. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Universidade de São Paulo. São Paulo.

ROMAN, H.R. Características Físicas e Mecânicas que devem apresentar os tijolos e blocos cerâmicos para alvenaria de vedação e estrutural. In: III SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 1991, Florianópolis. **Anais....** Florianópolis: UFSC, 1991.

SANTOS, P. S. **Ciência e Tecnologia de Argilas.** v.1. 2ª edição. São Paulo: Edgar Blücher, 1989. 408 p.

SENAI-RS. **O perfil da indústria cerâmica no Brasil; estudo piloto – O perfil da indústria cerâmica no Rio Grande do Sul – relatório de pesquisa.** Porto Alegre: SENAI / FIERGS, 2000. 37 p.

SILVA, N.C. et al. Qualidade dos Produtos de Cerâmica Vermelha na Região de São Carlos. In: 44º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2000, São Pedro - SP. **Anais...** São Pedro: ABC, 2000.

SILVA, N.C. et al. Qualidade dos Produtos e Relações com a Indústria da Construção Civil em São Carlos – SP. In: 45º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2001, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABC, 2001.

TAPIA, R.S.E.C. et al. **Manual para a Indústria de cerâmica vermelha**
Rio de Janeiro: SEBRAE/RJ, 2002. 92 p. (Série uso eficiente de energia)

TAVARES, S.F.; GRIMME, F.W. Análise de processos produtivos em cerâmica vermelha – estudo de caso comparativo entre Brasil e Alemanha. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2002, Fóz do Iguaçu – PR. **Anais...** Fóz do Iguaçu: ENTAC, 2002.

THOMAZ, E. **Alvenarias para pequenas construções: Alguns dados para projeto e execução - 1ª parte.** Encarte nº 87 da revista A Construção. São Paulo: 1987.

_____. **Alvenarias para pequenas construções: Alguns dados para projeto e execução - 2ª parte.** Encarte nº 88 da revista A Construção. São Paulo: 1987.

WERKEMA, M.C.C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Editora de desenvolvimento gerencial, 1995.

ANEXO 3 – RESULTADOS DOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Ensaio da Amostra A1A

Material: Telha Romana Vermelha

Tipo de Ensaio: Resistência à Flexão

Corpo de prova	Espessura Média Na Ruptura	Carga (kN)
1	11,33	3,20
2	11,23	3,32
3	11,43	3,34
4	12,20	3,36
5	11,83	3,28
6	12,30	2,98
7	11,93	3,10
8	11,47	2,92
9	11,10	3,76

	Carga de ruptura (kN)	Espessura na ruptura (mm)
Média	3,25	11,65
Desvio Padrão	0,25	0,43
Coef. de variação (%)	7,63	3,71

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3235	2915	10,98
2	3250	2935	10,73
3	3260	2940	10,88

Média	3248	2930	10,86
Desvio Padrão	12,58	13,23	0,12
Coef. De variação (%)	0,39	0,45	1,14

Tipo de Ensaio: Empenamento

Corpo de prova	Flecha (mm)
1	1,50
2	1,00
3	1,00

Tipo de Ensaio: Impermeabilidade

Corpo de prova	Observações
1	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade
2	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade

3	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade
---	-----------------------------------------------------------

Ensaio da Amostra A1B

Material: Telha Romana Esmaltada Branca

Tipo de Ensaio: Resistência à Flexão

Corpo de prova	Espessura Média na Ruptura	Carga (kN)
1	12,13	3,14
2	13,23	3,10
3	12,83	3,36
4	11,53	2,94
5	12,17	2,86
6	12,60	3,70
7	12,33	3,48
8	13,10	3,12
9	11,93	2,74
10	12,00	3,54

	Carga de ruptura (kN)	Espessura na ruptura (mm)
Média	3,20	12,39
Desvio Padrão	0,31	0,54
Coef. de variação (%)	9,80	4,40

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3210	2930	9,56
2	3285	2990	9,87
3	3230	2930	10,24

Média	3242	2950	9,89
Desvio Padrão	38,84	34,64	0,34
Coef. De variação (%)	1,20	1,17	3,46

Tipo de Ensaio: Empenamento

Corpo de prova	Flecha (mm)
1	1,50
2	1,00
3	1,50

Tipo de Ensaio: Impermeabilidade

Corpo de prova	Observações
1	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade
2	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade
3	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade

Ensaio da Amostra A2A

Material: Bloco Aparente de 6 Furos Cilíndricos

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	27,01	15,16	9,97	111,10	2,71
2	27,16	15,21	10,11	112,50	2,72
3	27,18	15,27	10,04	95,50	2,30
4	27,16	15,18	10,00	115,30	2,80
5	27,13	15,18	10,01	107,80	2,62
6	27,00	15,14	9,99	105,80	2,59
7	27,13	15,18	10,02	84,60	2,05
8	27,09	15,20	9,94	124,30	3,02
9	27,13	15,22	10,00	73,60	1,78
10	27,19	15,24	10,05	101,00	2,44

Média (MPa)	2,50
Desvio Padrão (MPa)	0,37
Coefficiente de variação	14,77

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	1825	1600	14,06
2	1610	1410	14,18
3	1810	1580	14,56

Média	1748	1530	14,27
Desvio Padrão	120,03	104,40	0,26
Coef. De variação (%)	6,87	6,82	1,81

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,50	1,00
2	1,00	0,50
3	1,00	1,00
4	1,00	1,00
5	1,00	0,50

Ensaio da Amostra A2B

Material: Bloco p/ revestimento de 6 Furos Cilíndricos

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	23,01	11,91	17,23	21,70	0,79
2	22,99	11,88	17,24	25,80	0,94
3	22,66	11,69	16,95	32,80	1,24
4	23,24	12,02	17,30	27,12	0,97
5	23,11	11,85	17,21	27,10	0,99
6	23,07	11,87	17,28	5,60	0,20
7	22,91	11,74	17,25	37,90	1,41
8	22,98	11,96	17,29	21,15	0,77
9	23,25	11,79	17,31	15,65	0,57
10	22,88	11,84	17,13	45,85	1,69

Média (MPa)	0,96
Desvio Padrão (MPa)	0,42
Coeficiente de variação	44,05

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2170	1890	14,81
2	2075	1790	15,92
3	2210	1915	15,40

Média	2152	1865	15,38
Desvio Padrão	69,34	66,14	0,55
Coef. De variação (%)	3,22	3,55	3,60

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	3,00	3,00
2	2,00	2,00
3	2,00	2,30
4	2,00	3,20
5	1,00	2,00

Ensaio da Amostra A3A

Material: Blocos de 8 furos cilíndricos de 10 x 20 x 20

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	21,42	10,17	20,25	16,80	0,77
2	21,10	10,20	20,15	12,80	0,60
3	21,45	10,14	20,28	20,40	0,94
4	21,10	10,16	20,41	14,80	0,69
5	25,20	10,25	20,38	13,80	0,53
6	21,47	10,22	20,27	9,50	0,43
7	21,49	10,07	20,31	15,95	0,74
8	21,23	10,16	20,12	10,30	0,48
9	21,36	10,15	20,18	9,45	0,44
10	21,23	10,17	20,08	12,00	0,56

Média (MPa)	0,62
Desvio Padrão (MPa)	0,16
Coefficiente de variação	26,68

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3835	3180	20,60
2	3775	3120	20,99
3	3795	3135	21,05

Média	3802	3145	20,88
Desvio Padrão	30,55	31,22	0,25
Coef. De variação (%)	0,80	0,99	1,19

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	6,50	2,00
2	1,50	2,50
3	2,50	2,00
4	6,00	1,50
5	1,50	1,50

Ensaio da Amostra A3B

Material: Telha Francesa

Tipo de Ensaio: Resistência à Flexão

Corpo de prova	Espessura Média na Ruptura	Carga (kN)
1	11,57	1,25
2	12,23	1,30
3	12,10	1,05
4	12,07	0,98
5	12,60	0,95
6	12,37	1,02
7	12,40	0,98
8	12,33	1,30
9	12,37	1,12
10	12,23	0,96

	Carga de ruptura (kN)	Espessura na ruptura (mm)
Média	1,09	12,23
Desvio Padrão	0,14	0,28
Coef. de variação (%)	13,03	2,28

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3110	2640	17,80
2	3065	2620	16,98
3	3160	2690	17,47

Média	3112	2650	17,42
Desvio Padrão	47,52	36,06	0,41
Coef. De variação (%)	1,53	1,36	2,36

Tipo de Ensaio: Empenamento

Corpo de prova	Flecha (mm)
1	1,50
2	1,50
3	2,00

Tipo de Ensaio: Impermeabilidade

Corpo de prova	Observações
1	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade
2	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade
3	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade

Ensaio da Amostra A4A

Material: Bloco de 6 Furos Cilíndricos 9 x 14 x 24

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	24,75	9,50	14,11	7,48	0,32
2	24,93	9,45	13,90	2,80	0,12
3	24,98	9,48	14,24	5,86	0,25
4	25,00	9,52	14,33	5,14	0,22
5	24,89	9,49	14,32	11,94	0,51
6	24,98	9,49	14,28	4,28	0,18
7	25,02	9,47	14,12	3,42	0,14
8	24,99	9,59	14,19	4,78	0,20
9	24,95	9,54	14,37	7,56	0,32
10	24,99	9,53	14,32	10,46	0,44

Média (MPa)	0,27
Desvio Padrão (MPa)	0,13
Coeficiente de variação	47,02

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3005	2580	16,47
2	2625	2235	17,45

Média	2815	2408	16,96
Desvio Padrão	268,70	243,95	0,69
Coef. De variação (%)	9,55	10,13	4,07

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,25	1,00
2	1,00	1,00
3	1,50	1,00
4	0,50	2,00
5	1,00	0,50

Ensaio da Amostra A4B

Material: Bloco de 6 Furos Cilíndricos 12 x 17 x 23,5

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	23,37	11,81	16,62	32,44	1,18
2	23,60	11,93	16,93	27,04	0,96
3	23,58	11,96	16,86	27,80	0,99
4	23,64	12,05	16,92	17,74	0,62
5	23,46	11,85	16,82	19,32	0,70
6	23,53	11,83	16,75	29,86	1,07
7	23,39	11,90	16,82	31,86	1,15
8	23,62	12,00	16,65	29,68	1,05
9	23,42	11,88	16,85	24,00	0,86
10	23,43	11,84	16,59	27,74	1,00

Média (MPa)	0,96
Desvio Padrão (MPa)	0,18
Coeficiente de variação	18,98

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3385	2870	17,94
2	3345	2880	16,15

Média	3365	2875	17,05
Desvio Padrão	28,28	7,07	1,27
Coef. De variação (%)	0,84	0,25	7,46

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	0,50	1,00
2	1,00	0,50
3	1,00	1,00
4	1,00	1,00
5	1,00	0,50

Ensaio da Amostra A5A

Material: Bloco de 6 Furos Cilíndricos 9 x 14 x 25

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	24,55	9,01	14,11	23,82	1,08
2	24,50	9,04	14,05	25,82	1,17
3	24,67	9,02	14,10	26,78	1,20
4	24,65	9,04	14,05	28,94	1,30
5	24,44	9,00	14,09	32,70	1,49
6	24,61	9,04	14,04	29,94	1,35
7	24,52	8,97	14,08	29,78	1,35
8	24,72	9,06	14,14	30,34	1,35
9	24,57	8,99	14,15	29,22	1,32
10	24,65	8,96	14,04	22,30	1,01

Média (MPa)	1,26
Desvio Padrão (MPa)	0,15
Coefficiente de variação	11,52

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2810	2350	19,57
2	2805	2355	19,11
3	2820	2360	19,49

Média	2812	2355	19,39
Desvio Padrão	7,64	5,00	0,25
Coef. De variação (%)	0,27	0,21	1,28

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	2,00	3,00
2	1,00	2,00
3	1,00	2,00
4	1,00	2,00
5	0,50	1,00

Ensaio da Amostra A5B

Material: Bloco Aparente de 4 Furos Cilíndricos 10 x 10 x 26

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	26,16	10,10	10,06	62,25	2,36
2	26,09	10,11	10,04	57,45	2,18
3	25,92	10,07	10,01	69,95	2,68
4	25,91	10,10	10,06	64,75	2,47
5	26,06	10,11	10,07	60,80	2,31
6	26,06	10,09	10,06	52,40	1,99
7	26,12	10,08	10,01	63,90	2,43
8	25,99	10,09	10,02	67,35	2,57
9	26,08	9,98	10,06	75,70	2,91
10	26,14	10,15	10,05	58,70	2,21

Média (MPa)	2,41
Desvio Padrão (MPa)	0,26
Coeficiente de variação	10,98

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2445	2045	19,56
2	2495	2085	19,66
3	2480	2065	20,10

Média	2473	2065	19,77
Desvio Padrão	25,66	20,00	0,28
Coef. De variação (%)	1,04	0,97	1,44

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	0,50	1,00
2	0,50	1,00
3	0,50	0,50
4	1,00	0,50
5	0,50	0,50

Ensaio da Amostra A6A

Material: Telha Romana Não Esmaltada

Tipo de Ensaio: Resistência à Flexão

Corpo de prova	Carga (kN)
1	3,15
2	3,10
3	4,10
4	3,10
5	4,20
6	3,20
7	4,30
8	4,80
9	3,05
10	2,85

	Carga de ruptura (kN)
Média	3,59
Desvio Padrão	0,69
Coef. de variação (%)	19,20

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3435	3090	11,17
2	3490	3060	14,05

Média	3463	3075	12,61
Desvio Padrão	38,89	21,21	2,04
Coef. De variação (%)	1,12	0,69	16,19

Tipo de Ensaio: Empenamento

Corpo de prova	Flecha (mm)
1	2,00
2	2,00
3	2,00

Tipo de Ensaio: Impermeabilidade

Corpo de prova	Observações
1	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade
2	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade
3	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade

Ensaio da Amostra A6B

Material: Telha Capa e Canal - Romana Esmaltada

Tipo de Ensaio: Resistência à Flexão

Corpo de prova	Carga (kN)
1	4,24
2	4,42
3	4,10
4	4,55
5	4,30
6	4,00
7	4,65
8	3,10
9	3,20
10	3,15

	Carga de ruptura (kN)
Média	3,97
Desvio Padrão	0,60
Coef. de variação (%)	15,07

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3435	3015	13,93
2	3360	3005	11,81

Média	3398	3010	12,87
Desvio Padrão	53,03	7,07	1,50
Coef. De variação (%)	1,56	0,23	11,63

Tipo de Ensaio: Empenamento

Corpo de prova	Flecha (mm)
1	1,00
2	1,50
3	2,00

Tipo de Ensaio: Impermeabilidade

Corpo de prova	Observações
1	Não apresentou gotejamento e nem manchas
2	Não apresentou gotejamento e nem manchas
3	Não apresentou gotejamento e nem manchas

Ensaio da Amostra A7A

Material: Bloco de 6 Furos Cilíndricos 9 x 14 x 24

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	25,07	9,57	14,45	13,70	0,57
2	25,27	9,47	14,45	8,65	0,36
3	25,01	9,44	14,48	6,75	0,29
4	25,08	9,15	14,22	5,45	0,24
5	24,69	9,44	14,31	10,25	0,44
6	25,17	9,48	14,48	11,00	0,46
7	25,08	9,46	14,49	16,65	0,70
8	24,57	9,15	14,21	17,60	0,78
9	25,05	9,42	14,52	20,10	0,85
10	25,32	9,44	14,61	12,80	0,54

Média (MPa)	0,52
Desvio Padrão (MPa)	0,21
Coeficiente de variação	39,55

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3030	2520	20,24
2	2665	2265	17,66
3	3005	2500	20,20

Média	2900	2428	19,37
Desvio Padrão	203,90	141,80	1,48
Coef. De variação (%)	7,03	5,84	7,63

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,00	1,00
2	1,00	0,50
3	1,00	1,00
4	2,00	1,00
5	1,00	1,00

Ensaio da Amostra A8A

Material: Bloco de 10 x 20 x 20

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	20,07	10,40	20,70	15,40	0,74
2	20,24	10,44	20,85	12,40	0,59
3	19,96	10,43	20,64	16,75	0,80
4	19,94	10,41	20,64	9,60	0,46
5	20,00	10,41	20,74	11,30	0,54
6	20,16	10,50	20,90	8,70	0,41
7	19,94	10,38	20,55	13,05	0,63
8	20,15	10,38	20,68	16,40	0,78
9	20,14	10,39	20,80	10,20	0,49
10	19,99	10,33	20,74	10,05	0,49

Média (MPa)	0,59
Desvio Padrão (MPa)	0,14
Coefficiente de variação	23,77

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3845	3255	18,13
2	3840	3280	17,07
3	3800	3240	17,28

Média	3828	3258	17,49
Desvio Padrão	24,66	20,21	0,56
Coef. De variação (%)	0,64	0,62	3,18

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,00	0,50
2	1,00	0,50
3	2,00	1,00
4	1,00	1,00
5	1,00	1,00

Ensaio da Amostra A8B

Material: Bloco de 15 x 20 x 20

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	19,88	15,28	20,46	19,80	0,65
2	19,77	15,30	20,55	22,75	0,75
3	19,81	15,23	20,55	18,10	0,60
4	19,76	15,30	20,38	18,50	0,61
5	19,85	15,31	20,39	15,55	0,51
6	19,96	15,13	20,68	23,05	0,76
7	19,75	15,26	20,46	18,20	0,60
8	20,00	15,36	20,45	18,70	0,61
9	19,92	15,51	20,51	13,25	0,43
10	19,87	15,36	20,48	18,40	0,60

Média (MPa)	0,61
Desvio Padrão (MPa)	0,10
Coeficiente de variação	16,12

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	5540	4635	19,53
2	5530	4655	18,80
3	5540	4640	19,40

Média	5537	4643	19,24
Desvio Padrão	5,77	10,41	0,39
Coef. De variação (%)	0,10	0,22	2,02

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	3,00	1,00
2	2,00	2,00
3	3,00	1,00
4	4,00	1,00
5	3,00	1,00

Ensaio da Amostra A9A

Material: Telha Francesa

Tipo de Ensaio: Resistência à Flexão

Corpo de prova	Espessura na ruptura (mm)	Carga (kN)
1	14,30	3,28
2	12,83	2,72
3	12,27	2,34
4	12,93	2,20
5	13,53	1,34
6	13,60	2,54
7	11,83	1,22
8	12,00	2,06
9	13,07	2,74
10	13,47	2,56

	Espessura na ruptura (mm)	Carga de ruptura (kN)
Média	12,98	2,30
Desvio Padrão	0,78	0,63
Coef. de variação (%)	6,01	27,55

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2925	2430	20,37
2	2995	2530	18,38
3	2950	2530	16,60

Média	2957	2497	18,45
Desvio Padrão	35,47	57,74	1,89
Coef. De variação (%)	1,20	2,31	10,22

Tipo de Ensaio: Empenamento

Corpo de prova	Flecha (mm)
1	4,00
2	1,50
3	3,00

Tipo de Ensaio: Impermeabilidade

Corpo de prova	Observações
1	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade
2	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade
3	Não apresentou gotejamento. Apresentou manchas de umidade

Ensaio da Amostra A10A

Material: Bloco de 6 Furos Cilíndricos de 9,5 x 23 x 14

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	22,45	9,69	13,87	11,28	0,52
2	22,57	9,74	13,94	14,86	0,68
3	22,82	9,57	14,13	8,36	0,38
4	22,88	9,91	14,18	11,74	0,52
5	22,60	9,81	14,00	10,50	0,47
6	22,97	9,60	14,21	14,32	0,65
7	22,34	9,59	14,29	11,58	0,54
8	22,75	9,76	13,66	16,56	0,75
9	23,08	9,80	14,47	13,18	0,58
10	22,82	9,68	14,22	9,64	0,44

Média (MPa)	0,55
Desvio Padrão (MPa)	0,11
Coefficiente de variação	20,37

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2500	2040	22,55
2	2370	1935	22,48
3	2540	2085	21,82

Média	2470	2020	22,28
Desvio Padrão	88,88	76,97	0,40
Coef. De variação (%)	3,60	3,81	1,80

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	4,00	1,00
2	3,00	1,00
3	2,50	1,00
4	6,50	2,00
5	3,00	2,00

Ensaio da Amostra A10B

Material: Bloco de 6 Furos Cilíndricos de 9 x 25 x 13,5

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	25,15	9,16	13,47	8,34	0,36
2	25,29	8,95	13,49	8,46	0,37
3	25,30	9,14	13,53	8,40	0,36
4	25,50	9,19	13,53	7,84	0,33
5	25,36	9,06	13,42	8,68	0,38
6	25,17	8,97	13,50	6,94	0,31
7	25,30	9,08	13,43	6,98	0,30
8	25,29	9,08	13,46	7,98	0,35
9	25,36	8,98	13,68	7,86	0,35
10	25,35	9,12	13,32	11,66	0,50

Média (MPa)	0,36
Desvio Padrão (MPa)	0,06
Coeficiente de variação	15,47

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2655	2140	24,07
2	2505	2045	22,49
3	2500	2050	21,95

Média	2553	2078	22,84
Desvio Padrão	88,08	53,46	1,10
Coef. De variação (%)	3,45	2,57	4,81

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,00	0,50
2	3,00	1,00
3	2,50	1,50
4	2,00	1,50
5	1,00	1,50

Ensaio da Amostra A11A

Material: Blocos 4 Furos de 10 x 10 x 29

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	28,85	10,04	9,84	58,40	2,02
2	28,63	9,72	9,69	64,00	2,30
3	28,77	9,97	9,84	75,10	2,62
4	29,03	10,09	9,81	63,10	2,15
5	28,98	9,85	9,75	63,30	2,22
6	28,98	9,88	9,81	74,80	2,61
7	28,97	10,10	9,87	85,20	2,91
8	28,73	10,02	9,83	61,90	2,15
9	29,03	10,10	9,81	86,20	2,94
10	28,69	10,05	9,82	62,80	2,18

Média (MPa)	2,41
Desvio Padrão (MPa)	0,33
Coefficiente de variação	13,89

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2720	2300	18,26
2	2720	2290	18,78
3	2715	2285	18,82

Média	2718	2292	18,62
Desvio Padrão	2,89	7,64	0,31
Coef. De variação (%)	0,11	0,33	1,67

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,00	1,00
2	1,00	1,00
3	0,50	0,50
4	0,50	1,00
5	0,50	0,50

Ensaio da Amostra A11B

Material: Bloco Aparente de 10 x 15 x 25

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	24,70	10,10	14,71	79,00	3,17
2	24,61	10,07	14,81	99,80	4,03
3	24,71	10,05	14,75	77,20	3,11
4	24,55	10,10	14,80	115,10	4,64
5	24,81	10,06	14,81	91,00	3,65
6	24,56	10,10	14,76	82,90	3,34
7	24,63	10,09	14,71	111,60	4,49
8	24,51	10,10	14,73	86,30	3,49
9	24,68	10,10	14,78	103,10	4,14
10	24,53	10,10	14,67	99,30	4,01

Média (MPa)	3,81
Desvio Padrão (MPa)	0,54
Coeficiente de variação	14,14

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3350	2860	17,13
2	3365	2875	17,04
3	3330	2835	17,46

Média	3348	2857	17,21
Desvio Padrão	17,56	20,21	0,22
Coef. De variação (%)	0,52	0,71	1,28

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	0,50	0,50
2	0,50	0,50
3	0,50	0,50
4	0,50	0,50
5	0,50	0,50

Ensaio da Amostra A12A

Material: Bloco de 6 Furos Cilíndricos 9 x 14 x 26

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	26,28	9,80	14,26	28,16	1,09
2	26,48	9,71	14,43	23,16	0,90
3	26,46	9,74	14,23	27,80	1,08
4	26,09	9,69	14,15	25,46	1,01
5	26,22	9,71	14,23	29,36	1,15
6	26,29	9,75	14,23	23,84	0,93
7	26,08	9,62	14,14	28,14	1,12
8	26,21	9,68	14,22	22,56	0,89
9	26,40	9,79	14,30	21,35	0,83
10	26,41	9,73	14,24	23,12	0,90

Média (MPa)	0,99
Desvio Padrão (MPa)	0,12
Coeficiente de variação	11,65

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3450	2880	19,79
2	3445	2890	19,20
3	3450	2890	19,38

Média	3448	2887	19,46
Desvio Padrão	2,89	5,77	0,30
Coef. De variação (%)	0,08	0,20	1,55

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	2,00	1,00
2	2,00	2,00
3	0,50	1,00
4	1,00	2,00
5	2,00	2,00

Ensaio da Amostra A13A

Material: Bloco de 6 Furos

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	9,87	14,99	25,54	12,00	0,48
2	9,78	14,82	25,17	18,50	0,75
3	9,83	14,82	25,42	15,15	0,61
4	9,84	14,82	25,33	14,65	0,59
5	9,84	14,85	25,41	17,00	0,68
6	9,85	14,90	25,35	17,60	0,70
7	9,82	14,81	25,61	15,00	0,60
8	9,80	14,81	25,55	18,20	0,73
9	9,83	14,86	25,19	15,05	0,61
10	9,80	14,86	25,39	14,80	0,60

Média (MPa)	0,63
Desvio Padrão (MPa)	0,08
Coeficiente de variação	13,00

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3295	2710	21,59
2	3290	2720	20,96
3	3295	2715	21,36

Média	3293	2715	21,30
Desvio Padrão	2,89	5,00	0,32
Coef. De variação (%)	0,09	0,18	1,50

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	3,50	2,00
2	3,00	2,00
3	4,50	1,00
4	3,00	1,50
5	2,00	1,00

Ensaio da Amostra A14A

Material: Bloco de 6 Furos

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	10,00	15,02	19,97	11,10	0,56
2	9,98	15,00	19,97	10,05	0,50
3	10,09	15,11	20,27	9,20	0,45
4	9,93	14,92	20,02	12,45	0,63
5	10,00	14,98	19,96	11,90	0,60
6	9,99	14,91	20,19	11,96	0,59
7	10,03	15,00	20,26	10,45	0,51
8	9,98	14,97	20,09	10,95	0,55
9	10,07	15,12	20,35	9,86	0,48
10	10,06	15,08	20,26	10,40	0,51

Média (MPa)	0,54
Desvio Padrão (MPa)	0,06
Coeficiente de variação	10,38

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2675	2175	22,99
2	2720	2215	22,80
3	2665	2165	23,09

Média	2687	2185	22,96
Desvio Padrão	29,30	26,46	0,15
Coef. De variação (%)	1,09	1,21	0,65

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,00	0,50
2	0,50	0,50
3	0,50	0,50
4	1,50	0,50
5	2,00	0,50

Ensaio da Amostra A14B

Material: Bloco de 8 Furos

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	9,77	19,91	20,22	8,65	0,44
2	9,71	19,84	20,17	9,40	0,48
3	9,73	19,84	20,14	9,20	0,47
4	9,65	19,88	19,58	7,98	0,42
5	9,70	19,88	19,93	8,85	0,46
6	9,74	19,88	20,21	9,20	0,47
7	9,76	19,95	20,04	8,38	0,43
8	9,80	20,07	20,25	7,85	0,40
9	9,71	19,92	20,27	7,92	0,40
10	9,80	20,01	20,36	8,20	0,41

Média (MPa)	0,44
Desvio Padrão (MPa)	0,03
Coeficiente de variação (%)	6,88

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3445	2775	24,14
2	3440	2750	25,09
3	3450	2760	25,00

Média	3445	2762	24,75
Desvio Padrão	5,00	12,58	0,52
Coef. De variação (%)	0,15	0,46	2,11

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	2,00	1,00
2	1,00	1,00
3	2,00	1,00
4	3,00	1,00
5	2,50	1,00

Ensaio da Amostra B1A

Material: Bloco de 8 Furos

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	118	196	195	16,54	0,72
2	119	196	199	12,26	0,52
3	118	197	198	10,64	0,46
4	118	196	198	11,88	0,51
5	118	197	196	11,96	0,52
6	119	196	198	14,74	0,63
7	119	197	197	12,68	0,54
8	118	197	196	16,24	0,70
9	118	197	197	10,86	0,47
10	118	196	196	16,30	0,71

Média (MPa)	0,58
Desvio Padrão (MPa)	0,10
Coeficiente de variação (%)	17,70

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3430	2910	17,87
2	3435	2915	17,84
3	3315	2775	19,46

Média	3393	2867	18,39
Desvio Padrão	67,88	79,43	0,93
Coef. De variação (%)	2,00	2,77	5,04

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e PlanezaPlaneza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	2,5	1,0
2	1,5	1,0
3	3,0	1,0
4	3,5	0,5
5	2,5	0,5

Ensaio da Amostra B1B

Material: Bloco de 8 Furos

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	119	198	196	29,55	1,26
2	119	197	195	35,05	1,51
3	119	196	194	43,05	1,87
4	120	197	196	41,45	1,77
5	119	196	196	41,25	1,77
6	119	197	195	38,75	1,67
7	120	195	195	36,10	1,54
8	119	196	196	33,95	1,45
9	119	196	196	31,15	1,33
10	120	196	196	26,25	1,12

Média (MPa)	1,53
Desvio Padrão (MPa)	0,24
Coeficiente de variação (%)	15,99

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3690	3190	15,67
2	3680	3155	16,64
3	3670	3175	15,59

Média	3680	3173	15,97
Desvio Padrão	10,00	17,56	0,58
Coef. De variação (%)	0,27	0,55	3,65

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	2,0	0,5
2	1,5	0,5
3	1,5	0,5
4	1,5	0,5
5	2,0	0,5

Ensaio da Amostra B2A

Material: Bloco de 6 Furos

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	11,73	15,22	24,62	14,72	0,51
2	11,70	15,24	24,62	15,02	0,52
3	11,84	15,29	24,59	11,90	0,41
4	11,79	15,24	24,80	12,48	0,43
5	11,80	15,15	24,37	17,54	0,61
6	11,95	15,41	24,72	14,60	0,49
7	11,97	15,46	24,88	9,36	0,31
8	11,80	15,24	24,56	16,34	0,56
9	11,80	15,23	24,52	14,06	0,49
10	11,68	15,20	24,54	13,88	0,48

Média (MPa)	0,48
Desvio Padrão (MPa)	0,08
Coeficiente de variação (%)	17,22

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3405	2935	16,01
2	3565	3100	15,00
3	3425	2945	16,30

Média	3465	2993	15,77
Desvio Padrão	87,18	92,51	0,68
Coef. De variação (%)	2,52	3,09	4,33

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,00	1,50
2	1,00	2,50
3	0,50	1,00
4	1,50	1,50
5	0,50	1,50

Ensaio da Amostra B2B

Material: Bloco de 6 Furos à vista

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	13	9	28	79,60	2,29
2	13	9	28	71,28	2,06
3	13	9	28	90,40	2,61
4	13	9	28	72,45	2,10
5	13	9	27	78,95	2,29
6	13	9	28	69,45	2,01
7	13	9	28	86,00	2,48
8	13	9	28	78,15	2,26
9	13	9	28	82,95	2,39
10	13	9	28	85,75	2,48

Média (MPa)	2,30
Desvio Padrão (MPa)	0,20
Coeficiente de variação (%)	8,66

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3060	2635	16,13
2	3050	2630	15,97
3	3060	2630	16,35

Média	3057	2632	16,15
Desvio Padrão	5,77	2,89	0,19
Coef. De variação (%)	0,19	0,11	1,18

Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,5	1,0
2	1,5	0,5
3	1,0	0,5
4	0,5	0,5
5	1,5	0,5

Ensaio da Amostra B2C

Material: Bloco de 6 Furos

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	102	102	196	27,72	1,39
2	103	103	197	12,00	0,59
3	101	101	195	22,36	1,13
4	102	102	195	15,78	0,79
5	101	101	196	21,52	1,08
6	101	101	196	19,70	0,99
7	102	102	195	24,58	1,24
8	102	102	197	14,86	0,74
9	101	101	195	22,42	1,14
10	103	103	196	22,92	1,14

Média (MPa)	1,02
Desvio Padrão (MPa)	0,25
Coeficiente de variação (%)	24,07

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2505	2190	14,38
2	2510	2195	14,35
3	2505	2195	14,12

Média	2507	2193	14,29
Desvio Padrão	2,89	2,89	0,14
Coef. De variação (%)	0,12	0,13	0,99

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,0	1,0
2	2,0	0,5
3	1,5	0,5
4	2,0	0,5
5	2,0	0,5

Ensaio da Amostra B3A

Material: Bloco de 6 Furos

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	105	151	195	6,46	0,32
2	102	149	191	5,58	0,29
3	105	152	194	9,16	0,45
4	104	154	194	7,08	0,35
5	104	151	193	12,06	0,60
6	104	151	193	9,12	0,46
7	104	151	193	4,94	0,25
8	104	152	192	6,38	0,32
9	104	153	195	10,02	0,49
10	104	153	192	5,50	0,28

Média (MPa)	0,38
Desvio Padrão (MPa)	0,11
Coeficiente de variação (%)	30,14

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2255	1965	14,76
2	2265	1955	15,86
3	2355	2045	15,16

Média	2292	1988	15,26
Desvio Padrão	55,08	49,33	0,56
Coef. De variação (%)	2,40	2,48	3,64

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,0	1,5
2	1,5	1,0
3	1,0	1,0
4	1,0	1,0
5	1,0	< 0,5

Ensaio da Amostra B4A

Material: Bloco de 8 furos ovais

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	121	199	199	8,86	0,37
2	122	202	199	7,28	0,30
3	120	202	199	10,10	0,42
4	122	201	198	7,72	0,32
5	121	200	197	9,58	0,40
6	120	200	199	8,76	0,37
7	121	200	199	9,12	0,38
8	121	201	199	10,64	0,44
9	120	200	199	9,68	0,41
10	120	200	200	7,86	0,33

Média (MPa)	0,37
Desvio Padrão (MPa)	0,05
Coeficiente de variação (%)	12,33

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3310	2825	17,17
2	3385	2915	16,12
3	3335	2840	17,43

Média	3343	2860	16,91
Desvio Padrão	38,19	48,22	0,69
Coef. De variação (%)	1,14	1,69	4,09

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	0,5	1,5
2	0,5	1,0
3	0,5	2,0
4	< 0,5	2,0
5	0,5	1,5

Ensaio da Amostra B4B

Material: Bloco de 8 Furos circulares

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	100	200	198	7,24	0,37
2	98	199	199	6,46	0,33
3	102	201	203	5,60	0,27
4	102	203	201	7,56	0,37
5	101	202	201	7,02	0,35
6	100	201	198	8,76	0,44
7	100	200	199	8,22	0,41
8	100	202	199	7,70	0,39
9	120	202	200	7,42	0,31
10	111	200	202	7,46	0,33

Média (MPa)	0,36
Desvio Padrão (MPa)	0,05
Coeficiente de variação (%)	14,04

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3145	2735	14,99
2	3100	2705	14,60
3	2890	2520	14,68

Média	3045	2653	14,76
Desvio Padrão	136,11	116,44	0,21
Coef. De variação (%)	4,47	4,39	1,39

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,0	<0,5
2	1,0	< 0,5
3	1,0	< 0,5
4	2,5	< 0,5
5	0,5	< 0,5

Ensaio da Amostra B5A

Material: Bloco de 6 Furos à vista

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	116	79	244	86,45	3,05
2	115	78	242	57,15	2,05
3	115	78	243	84,05	3,00
4	114	78	241	85,05	3,09
5	116	78	243	74,90	2,65
6	116	79	244	67,35	2,39
7	115	78	243	84,05	3,00
8	116	79	243	80,85	2,88
9	116	78	242	77,85	2,78
10	116	78	245	77,65	2,73

Média (MPa)	2,76
Desvio Padrão (MPa)	0,33
Coeficiente de variação (%)	11,90

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	1955	1645	18,84
2	1970	1655	19,03
3	1970	1655	19,03

Média	1965	1652	18,97
Desvio Padrão	8,66	5,77	0,11
Coef. De variação (%)	0,44	0,35	0,57

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,0	0,5
2	1,0	0,5
3	1,5	1,0
4	1,0	1,0
5	1,0	1,0

Ensaio da Amostra B5B

Material: Bloco de 6 Furos circulares

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	90	139	183	8,55	0,52
2	93	139	184	8,45	0,49
3	92	139	184	7,20	0,43
4	91	139	184	7,15	0,43
5	92	138	183	7,80	0,47
6	92	138	184	5,50	0,33
7	91	138	182	9,00	0,54
8	91	138	183	8,35	0,50
9	91	138	183	7,20	0,43
10	92	138	184	10,35	0,62

Média (MPa)	0,48
Desvio Padrão (MPa)	0,08
Coeficiente de variação (%)	16,66

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	1905	1610	18,32
2	1970	1595	23,51
3	1970	1595	23,51

Média	1948	1600	21,78
Desvio Padrão	37,53	8,66	3,00
Coef. De variação (%)	1,93	0,54	13,75

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	0,5	1,0
2	< 0,5	1,0
3	0,5	1,0
4	1,0	1,0
5	< 0,5	1,0

Ensaio da Amostra B5C

Material: Bloco de 9 Furos ovais

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	120	136	216	18,75	0,72
2	120	136	211	27,15	1,08
3	119	136	211	23,45	0,93
4	120	136	210	17,00	0,68
5	120	136	211	16,80	0,66
6	120	137	212	19,35	0,76
7	120	136	211	21,25	0,84
8	120	137	212	18,35	0,72
9	120	136	210	19,30	0,76
10	120	136	210	20,55	0,82

Média (MPa)	0,80
Desvio Padrão (MPa)	0,13
Coeficiente de variação (%)	15,92

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2630	2210	19,00
2	2565	2165	18,48
3	2595	2200	17,95

Média	2597	2192	18,48
Desvio Padrão	32,53	23,63	0,52
Coef. De variação (%)	1,25	1,08	2,84

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,0	1,0
2	< 0,5	1,0
3	< 0,5	1,0
4	1,5	1,0
5	1,0	1,0

Ensaio da Amostra B6A

Material: Bloco de 6 Furos circulares

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	93	137	188	4,80	0,27
2	93	138	186	8,82	0,51
3	94	139	187	6,70	0,38
4	93	138	187	6,40	0,37
5	93	137	184	7,88	0,46
6	92	138	184	8,32	0,49
7	92	138	185	9,28	0,54
8	94	139	186	9,10	0,52
9	92	138	186	8,86	0,52
10	94	140	185	6,34	0,36

Média (MPa)	0,44
Desvio Padrão (MPa)	0,09
Coeficiente de variação (%)	20,24

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	1960	1670	17,37
2	1990	1685	18,10
3	2005	1700	17,94

Média	1985	1685	17,80
Desvio Padrão	22,91	15,00	0,39
Coef. De variação (%)	1,15	0,89	2,17

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,0	< 0,5
2	1,0	< 0,5
3	1,5	< 0,5
4	1,5	< 0,5
5	1,0	< 0,5

Ensaio da Amostra B7A

Material: Bloco de 9 Furos ovais

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1	117	146	241	23,02	0,82
2	119	147	256	28,12	0,93
3	119	148	242	25,74	0,89
4	117	147	240	19,30	0,69
5	119	148	244	17,72	0,61
6	118	147	241	22,30	0,79
7	118	146	243	24,48	0,85
8	119	147	242	22,10	0,77
9	119	148	244	22,88	0,79
10	119	148	243	21,98	0,76

Média (MPa)	0,79
Desvio Padrão (MPa)	0,09
Coeficiente de variação (%)	11,79

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3230	2710	19,19
2	3235	2720	18,93
3	3330	2815	18,29

Média	3265	2748	18,81
Desvio Padrão	56,35	57,95	0,46
Coef. De variação (%)	1,73	2,11	2,45

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio de esquadro (mm)	Flecha (mm)
1	1,5	1,5
2	1,0	2,0
3	0,5	2,0
4	1,0	1,5
5	1,0	1,5

Ensaio da Amostra C1A

Material: Blocos de 9 furos retangulares 14x20x30

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1,00	29,10	13,45	19,35	47,80	1,22
2,00	29,30	13,65	19,40		0,00
3,00	28,80	13,45	19,20	50,55	1,30
4,00	29,00	13,65	19,25	33,35	0,84
5,00	29,00	13,65	19,35	37,50	0,95
6,00	28,95	13,55	19,35	59,20	1,51
7,00	29,10	13,50	19,30	32,05	0,82
8,00	28,80	13,40	19,10	41,50	1,08
9,00	28,85	13,55	19,30	49,05	1,25
10,00	29,25	13,75	19,40	36,15	0,90

Média (MPa)	1,10
Desvio Padrão (MPa)	0,41
Coefficiente de variação	37,74

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	4795	3815	25,69
2	4750	3765	26,16
3	4665	3735	24,90

Média	4737	3772	25,58
Desvio Padrão	66,02	40,41	0,64
Coef. De variação (%)	1,39	1,07	2,49

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio Esquadro	Flecha
1	3,60	2,50
2	2,20	1,50
3	1,90	0,60
4	1,10	1,10
5	4,40	0,60

Ensaio da Amostra C2A

Material: Blocos de 8 furos cilíndricos

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1,00	18,95	9,80	19,30	4,02	0,22
2,00	18,95	9,80	19,30	3,76	0,20
3,00	19,05	9,80	19,25	4,38	0,23
4,00	19,05	9,80	19,50	3,78	0,20
5,00	19,05	9,85	19,35	4,00	0,21
6,00	19,05	9,80	19,25	3,92	0,21
7,00	19,05	9,80	19,30	5,10	0,27
8,00	18,80	9,80	19,25	5,32	0,29
9,00	18,90	9,80	19,30	5,30	0,29
10,00	18,95	9,80	19,35	6,54	0,35

Média (MPa)	0,25
Desvio Padrão (MPa)	0,05
Coeficiente de variação	20,20

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2850	2285	24,73
2	2785	2230	24,89
3	2800	2240	25,00

Média	2812	2252	24,87
Desvio Padrão	34,03	29,30	0,14
Coef. De variação (%)	1,21	1,30	0,55

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio Esquadro	Flecha
1	2,00	0,80
2	2,20	0,80
3	1,70	1,00
4	4,10	1,10
5	4,10	0,90

Ensaio da Amostra C3A

Material: Blocos de 9 furos cilíndricos: 14 x 19 x 29

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1,00	28,80	13,55	18,05	20,00	0,51
2,00	28,50	13,25	18,15	15,35	0,41
3,00	28,55	13,55	18,15	22,00	0,57
4,00	28,55	13,55	18,10	16,25	0,42
5,00	28,55	13,55	18,15	16,55	0,43
6,00	28,60	13,60	18,15	14,80	0,38
7,00	28,55	13,55	18,05	12,10	0,31
8,00	28,55	13,45	18,05	12,40	0,32
9,00	28,75	13,50	18,05	15,40	0,40
10,00	28,55	13,55	18,05	18,75	0,48

Média (MPa)	0,42
Desvio Padrão (MPa)	0,08
Coeficiente de variação	18,96

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	4410	3605	22,33
2	4235	3615	17,15
3	4400	3580	22,91

Média	4348	3600	20,80
Desvio Padrão	98,28	18,03	3,17
Coef. De variação (%)	2,26	0,50	15,24

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio Esquadro	Flecha
1	6,40	3,80
2	2,90	2,80
3	3,65	2,60
4	1,95	2,80
5	1,05	4,00

Ensaio da Amostra C4A

Material: Blocos de 6 furos cilíndricos

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1,00	25,00	8,95	13,75	9,26	0,41
2,00	24,95	8,95	13,75	8,62	0,39
3,00	24,75	8,95	13,55	8,64	0,39
4,00	25,15	9,00	13,75	6,98	0,31
5,00	25,05	8,95	13,70	8,14	0,36
6,00	25,00	8,95	13,70	6,48	0,29
7,00	25,15	8,95	13,65	9,48	0,42
8,00	24,85	9,05	13,80	3,52	0,16
9,00	25,00	9,00	13,65	5,44	0,24
10,00	25,05	9,05	13,70	3,20	0,14

Média (MPa)	0,31
Desvio Padrão (MPa)	0,10
Coeficiente de variação	33,07

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2360	1925	22,60
2	2265	1845	22,76
3	2325	1880	23,67

Média	2317	1883	23,01
Desvio Padrão	48,05	40,10	0,58
Coef. De variação (%)	2,07	2,13	2,51

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio Esquadro	Flecha
1	0,25	1,40
2	0,60	0,90
3	1,10	0,70
4	0,90	0,60
5	1,20	0,55

Ensaio da Amostra C4B

Material: Blocos de 6 furos cilíndricos a vista

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1,00	32,05	14,20	9,50	36,56	0,80
2,00	32,00	14,30	9,55	43,55	0,95
3,00	32,05	14,25	9,60	35,10	0,77
4,00	32,05	14,20	9,50	30,05	0,66
5,00	32,05	14,20	9,55	46,90	1,03
6,00	32,05	14,25	9,60	41,80	0,92
7,00	32,05	14,25	9,55	51,60	1,13
8,00	32,10	14,25	9,55	38,75	0,85
9,00	32,05	14,25	9,50	35,30	0,77
10,00	32,05	13,75	9,50	37,20	0,84

Média (MPa)	0,87
Desvio Padrão (MPa)	0,14
Coeficiente de variação	15,81

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	3710	3030	22,44
2	3705	3045	21,67
3	3785	3120	21,31

Média	3733	3065	21,81
Desvio Padrão	44,81	48,22	0,58
Coef. De variação (%)	1,20	1,57	2,64

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio Esquadro	Flecha
1	1,10	0,65
2	1,50	1,10
3	2,10	0,80
4	1,60	1,20
5	1,15	0,95

Ensaio da Amostra C5A

Material: Blocos de 6 furos cilíndricos 10x15x19

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1,00	19,25	10,10	14,65	8,24	0,42
2,00	18,90	9,85	14,50	12,72	0,68
3,00	18,70	9,95	14,40	11,76	0,63
4,00	18,60	10,00	14,40	11,26	0,61
5,00	19,40	9,95	15,00	4,86	0,25
6,00	18,85	9,90	14,75	9,28	0,50
7,00	18,60	9,85	14,35	10,36	0,57
8,00	18,85	9,90	14,40	8,98	0,48
9,00	18,75	10,15	14,65	11,32	0,59
10,00	18,75	10,00	14,30	11,02	0,59

Média (MPa)	0,53
Desvio Padrão (MPa)	0,12
Coeficiente de variação	23,47

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2185	1810	20,72
2	2195	1835	19,62
3	2185	1805	21,05

Média	2188	1817	20,46
Desvio Padrão	5,77	16,07	0,75
Coef. De variação (%)	0,26	0,88	3,67

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio Esquadro	Flecha
1	5,10	1,85
2	3,80	2,30
3	3,70	1,85
4	0,30	1,85
5	2,85	2,55

Ensaio da Amostra C5B

Material: Blocos de 6 furos cilíndricos 12x15x19

Tipo de Ensaio: Dimensões e Resistência à Compressão

Corpo de prova	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Carga (kN)	Resistência (MPa)
1,00	19,70	11,75	14,70	6,60	0,29
2,00	19,30	11,60	14,50	6,36	0,28
3,00	19,30	11,60	14,70	5,45	0,24
4,00	19,25	11,80	14,70	4,82	0,21
5,00	19,35	11,75	14,75	5,70	0,25
6,00	19,65	11,80	14,80	7,82	0,34
7,00	19,55	11,80	14,80	5,40	0,23
8,00	19,55	11,75	14,80	5,56	0,24
9,00	19,40	11,70	14,60	6,50	0,29
10,00	19,60	11,65	14,60	6,62	0,29

Média (MPa)	0,27
Desvio Padrão (MPa)	0,04
Coeficiente de variação	13,69

Tipo de Ensaio: Massa e Absorção de Água

Corpo de prova	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção (%)
1	2210	1835	20,44
2	2220	1860	19,35
3	2210	1845	19,78

Média	2213	1847	19,86
Desvio Padrão	5,77	12,58	0,54
Coef. De variação (%)	0,26	0,68	2,74

Tipo de Ensaio: Desvio em relação ao esquadro e Planeza

Corpo de prova	Desvio Esquadro	Flecha
1	0,40	0,90
2	2,20	0,95
3	3,25	0,15
4	2,60	1,10
5	2,60	0,35